



Universidade de Aveiro
2017

Departamento de Geociências



U. PORTO



FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

Departamento de Geociências,
Ambiente e Ordenamento do
Território

Vitor Manuel
Fernandes Valente

Prospecção Geológica-Mineira na área envolvente do
Complexo Mineiro Braçal-Malhada



Universidade de Aveiro
2017

Departamento de Geociências



Departamento de Geociências,
Ambiente e Ordenamento do Território

**Vitor Manuel
Fernandes Valente**

Prospecção Geológica-Mineira na área envolvente do Complexo Mineiro Braçal-Malhada

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Geomateriais e Recursos Geológicos, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Manuel João Senos Matias e do Professor Doutor Eduardo Anselmo Ferreira da Silva, Professores Catedráticos do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro.

Aos meus pais, pelo apoio incondicional.

o júri

presidente

Prof. Doutor Fernando Ernesto Rocha de Almeida
professor associado da Universidade de Aveiro

orientador

Prof. Doutor Manuel João Senos Matias
professor catedrático da Universidade de Aveiro

co-orientador

Prof. Doutor Eduardo Anselmo Ferreira da Silva
professor catedrático da Universidade de Aveiro

arguente

Prof. Doutor Rui Miguel Marques Moura
professor auxiliar da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Agradecimentos

Agradeço a todas as pessoas que interagiram comigo durante a execução deste trabalho pela oportunidade e ajuda, sem as quais não teria sido possível realizar este trabalho.

Agradeço aos meus orientadores, Professores Drs. Manuel João Senos Matias e Eduardo Anselmo Ferreira da Silva, por todo o apoio durante a realização do trabalho e por todo o tempo despendido na elaboração deste trabalho, sobretudo na ajuda preciosa na metodologia de trabalho e no tratamento dos dados.

Ao Eng. João Ribeiro, colaborador imprescindível deste trabalho, designadamente no planeamento, métodos de amostragem e análise, tratamento de dados, elaboração de mapas e discussão de resultados, bem como a disponibilidade em levar o grupo de trabalho para o campo e sobretudo pelo carinho, boa disposição e grande amizade.

À Dra. Carla Patinha agradeço o apoio na preparação das amostras e especialmente na elaboração das análises químicas.

Ao Professor Dr. Fernando Almeida em todas as dicas na modelação e tratamento de dados, bem como na interpretação dos mesmos.

Aos Professores Drs. Jorge Medina e António Soares de Andrade agradeço a disponibilidade para a visita e interpretação do enquadramento geológico da área.

À Manuela Jorge agradeço o apoio na preparação física das amostras e pela amizade.

Ao Eng. Nuno Barraca da Empresa Geomorf, agradeço o apoio na área informática na modelação e tratamento dos dados.

À minha colega de mestrado Ana Filipa Martins, agradeço a companhia e a amizade em muitos e longos dias de trabalho, quer de campo, quer laboratoriais.

Aos restantes colegas de mestrado, Tiago Marques, Ulmeken Makashevada e Madi Kanapin da Universidade de Almaty (Cazaquistão), pela disponibilidade para o trabalho árduo de campo e pela amizade.

palavras-chave

Complexo Mineiro Braçal-Malhada, Prospeção Magnética, Prospeção Eletromagnética, Prospeção Geoquímica, Cisalhamento Porto-Tomar, Sever do Vouga, Albergaria-a-Velha

resumo

Este trabalho apresenta os resultados das campanhas de prospeção geológica, geofísica e geoquímica efetuadas nas áreas envolventes do Complexo Mineiro Braçal-Malhada. A georreferenciação de bibliografia existente da área, pretende relacionar os dados litológicos, estruturais e mineiros com os resultados obtidos nas campanhas geofísicas e geoquímicas. Ainda com a deteção e descrição de afloramentos críticos pretende contribuir, ainda que modestamente, para a cartografia da área. Neste estudo foram identificados afloramentos críticos, que carecem de posterior estudo de micaxistos, quartzitos, gnaisses e do complexo xisto-grauváquico.

A campanha eletromagnética efetuada com o uso do condutivímetro EM34 com espaçamento entre bobinas de 40 metros, verificou-se eficaz, detetando uma anomalia já anteriormente identificada e foi sugerido uma causa para a mesma com base em dados mineiros agora georreferenciados neste trabalho.

O processamento de dados magnéticos revelou a presença de anomalias significativas, até agora desconhecidas na região, sendo estes resultados complementares de campanhas anteriores efetuadas na área em estudo. Com o processamento do sinal magnético foi possível sugerir um controlo litológico, delimitador da anomalia magnética da região, bem como uma contribuição filoneana em outras anomalias, sendo estimado profundidades para origem da mesma.

A campanha geoquímica permitiu definir duas anomalias de Ag e Pb na região, associadas espacialmente ao Complexo Mineiro Braçal-Malhada e às Minas do Coval da Mó. Já as Minas do Palhal mostraram a existência de uma associação com W-Sn-Bi-Sb, sendo que não existe registo histórico de exploração destes elementos na região.

A análise dos componentes principais verificou-se eficaz na identificação das associações geoquímicas dominantes na zona.

O uso integrado de métodos geofísicos e geoquímicos permitiu a delimitação com sucesso de áreas potenciais com interesse mineiro.

keywords

Mining Complex Braçal-Malhada, Magnetic Prospection, EletroMagnetic Prospection, Geochemical Prospection, Shearing Zone Porto-Tomar, Sever do Vouga, Albergaria-a-Velha

abstract

This study presents the results of geological, geophysical and geochemical prospection, in the surrounding area of the Mining Complex Braçal-Malhada. Georeferencing the existing bibliography of the area aimed to find any correlations between the lithological, structural and mining data with the newly results obtained in geophysical and geochemical surveys. Critical outcrops were identified and described to help with the geological mapping of the area. More detailed description is needed in the identified outcrops, containing different lithologies such as micaschists, quartzites, gneiss and others belonging to the schist-greywacke complex.

The electromagnetic survey was done using the EM-34 conductivity meter, with a 40-meter spacing between coils, which proved to be effective in detecting a previous known anomaly and a cause for it was suggested with the newly georeferenced mining data.

The magnetic survey revealed the presence of significant anomalies, unknown in the region until now, in which the results are complementary of previous surveys done in the area. Data reduction of the magnetic signal succeeded in underlying geological boundaries in the region, as well as detecting some possible mineralized dykes contribution in the detected anomalies, in which the depths for the anomalies were estimated.

The geochemical survey revealed the detection of two anomalies of Ag and Pb in the region, spatially associated to the Mining Complex of Braçal-Malhada and the Coval da Mó Mine. On the other hand, the Palhal Mine proved to be related to another association of elements such as W-Sn-Bi-Sb, even though there is no historical data of those elements being exploited in the area.

The main components analysis was successful in identifying the main geochemical associations in the area.

It was possible, using both geophysical and geochemical data analysis, the delimitation of areas with possible mining potential.

Índice Geral

Capítulo 1:	Introdução	9
1.1	Enquadramento do tema da dissertação	9
1.2	Objetivos gerais do trabalho	10
1.3	Metodologia de Trabalho	10
Capítulo 2:	Enquadramento Geológico Regional	11
2.1	Maciço Ibérico	12
2.2	Zona de Ossa-Morena	13
2.3	Zona Centro-Ibérica	14
2.4	Zona de Cisalhamento Porto-Tomar	17
Capítulo 3:	Geologia da Região Estudada	21
3.1.	ZOM na área em estudo	25
3.1.1.	Unidade de Lourosa (UL)	25
3.1.2	Unidade de Arada	27
3.1.3	Unidades de Albergaria-a-Velha (UAv) e de Sernada do Vouga (USv)	28
3.1.4	Unidade de S. João-de-Ver (USJV)	29
3.2	ZCI na área em estudo	32
3.2.1	Unidade do Carvoeiro e Caldas de S. Jorge	32
3.2.1.1	Unidade de Caldas de S. Jorge	33
3.2.1.2	Unidade de Carvoeiro	36
3.2.2	SuperGrupo Dúrico-Beirão: Grupo das Beiras	40
3.1.3	Granitóides da Região	44
3.1.3.1	Granitóides precoces e/ou ante-hercínicos	44
3.1.3.2	Granitóides sin-tectónicos relativamente a D3	47
3.3.	Enquadramento Mineiro	48
3.3.1	Complexo Mineiro Braçal-Malhada	48
Capítulo 4:	Prospecção Geofísica	53
4.1	Prospecção EletroMagnética	53
4.1.1	Princípios da Indução Eletromagnética	54
4.1.2	Instrumentação EM34	55
4.1.3	Resposta instrumental em função da Profundidade	57
4.1.4	Resposta de um Meio Estratificado	59
4.1.5	Modelação e Interpretação da Campanha Eletromagnética	62
4.2	Prospecção Magnética	68
4.2.1	Princípios Teóricos do Magnetismo	68
4.2.2	Propriedades Magnéticas das Rochas	70
4.2.3	Campo Magnético Terrestre	72
4.2.4	Instrumentação: Magnetómetro de Protões	73
4.2.6	Redução dos Dados	75
4.2.7	Processamento e Interpretação da Campanha Magnética	77
4.2.7.1	Redução ao Polo Magnético	86
4.2.7.2	Derivadas Direcionais	88
4.2.7.3	Deconvolução de Euler	93
Capítulo 5:	Prospecção Geoquímica	97
5.1	Amostragem	97
5.2	Preparação física das amostras e análise química	99
5.3	Processamento e interpretação dos resultados	100
5.4	Distribuição espacial dos elementos Ag, Al, As, Be, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Sn, Th, Ti, V, W, Zn nos sedimentos de corrente	101
5.4.1	Ag (Prata)	103
5.4.2	Al (Alumínio)	106
5.4.3	As (Arsénio)	107
5.4.4	Ba (Bário)	107
5.4.5	Be (Berílio)	109
5.4.6	Bi (Bismuto)	109
5.4.7	Ca (Cálcio)	110
5.4.8	Cd (Cádmio)	110
5.4.9	Co (Cobalto)	112
5.4.10	Cr (Crómio)	113

5.4.11 Cu (Cobre)	114
5.4.12 Fe (Ferro).....	117
5.4.13 K (Potássio)	118
5.4.14 Li (Lítio)	118
5.4.15 Mg (Magnésio).....	119
5.4.16 Mn (Manganês).....	119
5.4.17 Mo (Molibdénio)	121
5.4.18 Na (Sódio).....	121
5.4.19 Ni (Níquel).....	122
5.4.20 P (Fósforo).....	122
5.4.21 Pb (Chumbo).....	124
5.4.22 Sb (Antimónio)	127
5.4.23 Sn (Estanho)	128
5.4.24 Th (Tório)	128
5.4.25 Tl (Tálio).....	130
5.4.26 V (Vanádio)	130
5.4.27 W (Tungsténio)	131
5.4.28 Zn (Zinco).....	132
5.5 Análise dos componentes principais.....	134
Capítulo 6: Considerações Finais	147
6.1 Conclusões.....	147
6.2 Recomendações	151
Referências Bibliográficas	153
Anexo I: Localização das Amostras Geoquímicas (WGS84 29N) e respetivos teores em ppm.	161
Anexo II: Localização dos pontos criados na análise de componentes principais (WGS84 29N) e respetivos pesos “factor-loading”.	169
Anexo III: A análise bivariada e as suas correlações entre elementos.....	173
Anexo IV: Análise Univariada dos Componentes Principais.....	175
Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.....	177
Anexo VI: Campanha EM34, coordenadas em WGS84 29N, valores medidos em miliSiemens por metro.	217

Índice de Figuras

Figura 2.1 – Localização da área em estudo marcado a azul, sistema de Coordenadas ETRS89PTTM06.	11
Figura 2.2 – (A) Divisão do Maciço Ibérico por Julivert et al. (1972); (B) Unidades estruturais de 1ª ordem (Terrenos) no Varisco Ibérico Ribeiro (2013), Retirado de Oliveira (2014). Marcado em ambas figuras a vermelho encontra-se a área em estudo.	12
Figura 2.3 - Ilustração dos tipos de estruturas geradas pelas três principais fases de deformação Varisca (D1, D2 e D3) no NW peninsular (Dias e Ribeiro, 1995), adaptado de (Ferreira, 2013).	13
Figura 2.4 - Domínios estruturais da Zona Centro Ibérica: Domínio das Dobras Deitadas e Domínio das Dobras a SW. ZGTM- Zona da Galiza -Trás-Os-Montes; ZOAL- Zona Oeste Astúrico Leonesa; ZOM- Zona de Ossa Morena; AOS - Anticlinório "Olho de Sapo"; AVMD- Antiforma de Villadepera-Miranda do Douro; ZCBC- Zona de Cisalhamento de Badajoz-Córdoba (adaptado de Diez Balda et al., 1990), onde a área estudada se encontra delimitada a azul.	16
Figura 2.5 – Prolongamento da ZCPT até Ferreira do Alentejo, estando a vermelho marcado a zona em estudo, retirado de Ribeiro et al. 2013.	17
Figura 3.1 - Geologia do sector Espinho-Albergaria-a-Velha, (A) cartografia à escala 1:500.000, na Carta Geológica de Portugal (1992); (B) cartografia de Chaminé (2000), à escala 1: 100.000, estando a vermelho realçado a figura C); (C) Parte do Mapa geológico de Gomes (2008), situando-se a zona de estudo dentro do polígono azul. Imagens adaptadas de Gomes (2008).	21
Figura 3.2 - Localização parcial da área de estudo marcado a vermelho, continuando a mesma para Sul. Modificado de Pereira et al. (2007), imagem retirada Ribeiro et al. (2013).	22
Figura 3.3 – Parte do Mapa geológico de Severo Gonçalves (1974), inserindo-se a área de estudo dentro do retângulo vermelho.	24
Figura 3.4 – Afloramento de Micaxisto, com orientação N155°, sub-vertical.	29
Figura 3.5 – Afloramento típico quartzítico da região (A), com maior detalhe em B), sendo visível diferentes intercalações nos quartzitos (C).	34
Figura 3.6 – Afloramento quartzítico sem aparente deformação (A), porém visível num outro plano uma deformação intensa (A ₁). Criação de Dobras Ptigmáticas (B). Coordenadas de afloramento iguais às da figura 3.5.	35
Figura 3.7 - (A) Afloramento de xistos ardósiferos com filões de quartzo (B), com bastante oxidação visível e pirite em (b1).	38
Figura 3.8 - Visível deformação da litologia denominada por Severo Gonçalves (1974) de Filádios.	39
Figura 3.9 - Aumento do grau de alteração na aproximação de níveis mais grauvacóides.	40
Figura 3.10 - Típico aspeto do CXG aflorante na área em estudo (A), intersectado por filões de quartzo estéril (B) apresentando o mesmo uma orientação N150°.	42
Figura 3.11 - Afloramento granodiorítico gnáissico com aspeto de corneanas, atravessado por uma falha com preenchimento argiloso com orientação N75°E.	45
Figura 3.12 – Afloramento de gnaisses de grão fino.	46
Figura 3.13 – Localização dos vários filões explorados nas diferentes minas	50
Figura 4.1 – Passagem de uma corrente elétrica alterna em uma bobine emissora, com a criação de um campo magnético primário, e posteriormente um secundário na interação com o terreno, retirado de (Moreira et al., 2007).	54
Figura 4.2 - A amarelo a bobine transmissora e a vermelho a bobine recetora, modo dipolo horizontal (DH), retirado de (Pinéo, 2005).	56
Figura 4.3 - Curvas de resposta para as diferentes configurações geométrica, retirado de (Pinéo, 2005), adaptado de McNeill (1980).	58
Figura 4.4 – Relação entre a condutividade real e aparente, tendo em conta as diferentes configurações geométricas, retirado de (Pinéo, 2005), adaptado de McNeill (1980).	59
Figura 4.5 – Resolução gráfica das equações resposta cumulativa para o dipolo vertical e horizontal, retirado de McNeill (1980).	60
Figura 4.6 – Modelo de três camadas, com diferentes condutividades nas diferentes camadas, e diferentes profundidades em z_2 retirado de McNeill (1980).	61
Figura 4.7 – Localização dos Perfis efetuados na campanha de EM-34.	63
Figura 4.8 – Mapa da condutividade elétrica na configuração horizontal (Dipolo Vertical).	64
Figura 4.9 – Mapa da condutividade elétrica na configuração vertical (Dipolo Horizontal).	64
Figura 4.10 – (A) Mapa da condutividade elétrica na configuração horizontal (Dipolo Vertical), e relação com a tectónica; (B) Mapa da condutividade elétrica na configuração horizontal (Dipolo Vertical) e relação com filões.	66
Figura 4.11 – Condutividade em dipolo Vertical e Litologia.	67

Figura 4.12 – Relação entre anomalia detetada nesta campanha e os resultados da campanha realizada por Rocha Gomes de 1946 a 1948 usando o método de Turam.....	67
Figura 4.13 – Geração de um campo magnético adicional na região ocupada pelo material, sendo que os dipolos elementares do material tendem a alinhar-se na direção do campo, retirado de Lourenço (2006), adaptado de Reynolds (1997).	69
Figura 4.14 - Aquisição de magnetização (A) termorremanescente, (B) detritica remanescente e (C) química remanescente, retirado de (Lourenço, 2006).	71
Figura 4.15 - Princípio de funcionamento de um magnetómetro de protões: (A) Protões encontram-se sob influência, apenas, do campo magnético terrestre; (B) Protões sob influência de um novo campo magnético, gerado pela circulação de uma corrente elétrica na bobina; (C) e (D) os protões entram em precessão após interrupção da passagem de corrente na bobina (Retirado de Lourenço (2006), adaptado de Kearey & Brooks, 1991.....	74
Figura 4.16 – Carta Magnética do Campo Total da região em estudo: A) Anomalia Principal a tender para NW; B) Contribuição antropogénica ou granítica.	79
Figura 4.17 – Carta Magnética regional obtida com uma interpolação polinomial.	80
Figura 4.18 – Carta Magnética da região obtida a partir do IGRF12.	80
Figura 4.19 – Carta Magnética Residual: A) Melhor definição da anomalia N-S; B) Possível presença de estruturas dipolares; C) Anomalia centrada na Mina da Malhada; D) Local da anomalia eletromagnética.	82
Figura 4.20 – Carta Magnética Residual com os filões anteriormente explorados e cartografados.	83
Figura 4.21 – Carta Magnética Residual e Litologia: A) Possível presença de um outro contacto litológico; B) Contacto entre C.X.G. e Quartzitos.	84
Figura 4.22 - Carta Magnética Residual com tectónica.	85
Figura 4.23 – Representação gráfica nas 3 dimensões da Anomalia Magnética.	86
Figura 4.24 - Redução ao polo Magnético de uma anomalia, adaptado de (Ravat, 2007).	87
Figura 4.25 – Campo residual reduzido ao polo magnético: A) Anomalia Dipolar sugerida anteriormente desaparece; B) União das duas anomalias.....	88
Figura 4.26 – Segunda derivada Vertical e Litologia.	90
Figura 4.27 – Gradiente E-W da Anomalia Magnética com tectónica local.	90
Figura 4.28 - Gradiente E-W da Anomalia Magnética com litologia local: A) Possível existência de uma outro unidade litológica; B) Diferenciação do C.X.G. dos Quartzitos.	91
Figura 4.29 - Gradiente N-S da Anomalia Magnética com tectónica local: A) Possível presença de falhas, anteriormente abordadas.	92
Figura 4.30 - Gradiente N-S da Anomalia Magnética com litologia local.....	93
Figura 4.31 - Mapa de soluções da Deconvolução de Euler para o índice estrutural 1.	95
Figura 4.32 - (a) Mapa de soluções da Deconvolução de Euler para o índice estrutural 2; (b) Mapa de soluções da Deconvolução de Euler para o índice estrutural 3.	96
Figura 5.1 - - Área em estudo e localização dos locais de amostragem sobreposta à imagem de Google Satélite.....	98
Figura 5.2 – Diagrama de extremos e quartis retirado em 29/09/2017 de http://www.alea.pt/html/nocoos/html/cap3_2_36.html	101
Figura 5.3 – Cartografia dos teores de Ag com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.	104
Figura 5.4 - Cartografia dos teores de Ag com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e litologia regional.	105
Figura 5.5 - Cartografia dos teores de Ag com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e Filões Mineralizados.....	105
Figura 5.6 - Cartografia dos teores de Ag com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.	106
Figura 5.7 - Cartografia dos teores de As com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.	108
Figura 5.8 - Cartografia dos teores de Ba com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.	108
Figura 5.9 - Cartografia dos teores de Be com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.	109
Figura 5.10 - Cartografia dos teores de Bi com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.	110
Figura 5.11 - Cartografia dos teores de Ca com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.	111

Figura 5.12 - Cartografia dos teores de Cd com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.	112
Figura 5.13 - Cartografia dos teores de Co com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.	113
Figura 5.14 - Cartografia dos teores de Cr com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.	114
Figura 5.15 - Cartografia dos teores de Cu com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.	115
Figura 5.16 - Cartografia dos teores de Cu com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação de Filões Mineralizados.	116
Figura 5.17 - Cartografia dos teores de Cu com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da litologia.	116
Figura 5.18 - Cartografia dos teores de Fe com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.	117
Figura 5.19 - Cartografia dos teores de K com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.	118
Figura 5.20 - Cartografia dos teores de Li com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.	119
Figura 5.21 - Cartografia dos teores de Mg com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.	120
Figura 5.22 - Cartografia dos teores de Mn com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.	120
Figura 5.23 - Cartografia dos teores de Mo com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.	121
Figura 5.24 - Cartografia dos teores de Na com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.	122
Figura 5.25 - Cartografia dos teores de Ni com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.	123
Figura 5.26 - Cartografia dos teores de P com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.	123
Figura 5.27 - Cartografia dos teores de Pb com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.	125
Figura 5.28 - Cartografia dos teores de Pb com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da litologia regional.	125
Figura 5.29 - Cartografia dos teores de P com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação dos filões mineralizados.	126
Figura 5.30 - Sobreposição do modelo digital do terreno com a distribuição espacial dos teores de Pb.	127
Figura 5.31 - Cartografia dos teores de Sb com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.	128
Figura 5.32 - Cartografia dos teores de Sn com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.	129
Figura 5.33 - Cartografia dos teores de Th com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.	129
Figura 5.34 - Cartografia dos teores de Tl com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.	130
Figura 5.35 - Cartografia dos teores de V com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.	131
Figura 5.36 - Cartografia dos teores de W com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.	132
Figura 5.37 - Cartografia dos teores de Zn com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.	133
Figura 5.38 - Cartografia dos teores de Zn com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação de filões mineralizados.	133
Figura 5.39 - Cartografia dos teores de Zn com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da litologia regional.	134
Figura 5.40 - Valores de “eigenvalues” (valores próprios) referentes a cada um dos 28 Componentes.	135
Figura 5.41 - Representação das contribuições das componentes principais nos planos fatoriais mais representativos.	137

Figura 5.42 - (a) Cartografia espacial do fator CP1 (Be, Ba, Ni, Mn, Tl, Li, Cu, Co, Zn, V, Al – valores negativos) e representação da tectónica regional; (b) representação da litologia regional.....	140
Figura 5.43 - (a) Cartografia espacial do fator CP2 (W, Sb, Bi, Th, e Sn – valores negativos) e representação da tectónica regional; (b) representação dos filões mineralizados mais importantes	141
Figura 5.44 – (a) Cartografia espacial do fator CP3 (Ag, Pb, Zn e Sb – valores negativos) e representação da tectónica regional; (b) representação dos filões mineralizados mais importantes.	142
Figura 5.45 - (a) Cartografia espacial do fator CP4 (P, Fe – valores negativos) e representação da tectónica regional; (b) representação dos filões mineralizados mais importantes.....	143
Figura 5.46 - (a) Cartografia espacial do fator CP5 (Cr, Fe e Na – valores negativos) e representação da tectónica regional; (b) representação dos filões mineralizados mais importantes.....	144
Figura 5.47 - Cartografia espacial do fator CP5 (Cr, Fe e Na – valores negativos) e representação da litologia regional.....	145
Figura 6.1 - Correlação entre a campanha magnética e geoquímica	151

Índice de Tabelas

Tabela 4.1- Profundidade de investigação teórica do EM34 para as diferentes configurações possíveis retirado de (Pinéo, 2005).....	57
Tabela 4.2: Resumo das principais tempestades magnéticas verificadas ao longo do tempo da campanha de prospeção pelo OGAC.	77
Tabela 4.3 – Relação do índice estrutural e forma geométrica da fonte anómala, com uso da deconvolução de Euler.	94
Tabela 5.1 - - Análise Univariada dos elementos em estudo (valores em mg kg^{-1}).	102
Tabela 5.2– Componentes Principais com um valor próprio superior a 1.	135
Tabela 5.3 - Contribuição de cada elemento para os nove principais fatores, estando realçado em cada eixo as correlações negativas (a vermelho) e as positivas (azul).....	136

Capítulo 1: Introdução

1.1 Enquadramento do tema da dissertação

O presente trabalho foi elaborado no âmbito da unidade curricular de dissertação inserido no Mestrado em Geomateriais e Recursos Geológicos, mestrado em parceria entre a Universidade de Aveiro (UA) e Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP).

Os trabalhos levados a cabo neste trabalho, conducente à apresentação de uma Dissertação, correspondem ao reconhecimento geológico entre Albergaria-a-Velha e Sever do Vouga, junto à Faixa de Cisalhamento Porto-Tomar, a norte do Rio Vouga. Da pesquisa realizada não foi possível encontrar cartografia publicada à escala 1:50000 para uma das partes da zona em estudo, sendo que o reconhecimento geológico foi efetuado com base em dados anteriores, recentemente georreferenciados. Estes dados, recorrendo ao uso de Sistemas de Informação Geográfica foram implementados em dispositivos móveis com capacidade de posicionamento em tempo real, nomeadamente no uso da aplicação de telemóvel, QField. Esta metodologia de trabalho possibilitou a cobertura com elevada precisão de uma grande área, e a consequente interação do utilizador em tempo real com diferentes dados previamente adquiridos, referentes a parâmetros litológicos, estruturais e topográficos.

A realização de uma campanha geofísica e geoquímica na área teve por finalidade investigar a possibilidade da continuidade de mineralização filoniana entre o Complexo Mineiro Braçal-Malhada para NW das mesmas (Minas do Coval da Mó). Também se pretendeu estabelecer um estudo multidisciplinar analisando conjuntamente os dados geofísicos e geoquímicos com os dados litológicos, assim como com a informação das orientações filonianas e com acidentes tectónicos, georreferenciados neste trabalho.

Espera-se assim que este trabalho, contribuir positivamente com novos dados litológicos e estruturais, para a cartografia desta área, bem como para a deteção de possíveis anomalias que identifiquem a presença de corpos filonianos mineralizados.

1.2 Objetivos gerais do trabalho

Neste trabalho foram definidos quatro objetivos principais:

- a) O reconhecimento geológico das litologias aflorantes na área em estudo recorrendo à cartografia existente, recentemente georeferenciada;
- b) A execução e processamento de uma campanha eletromagnética;
- c) Processamento de dados magnéticos recolhidos previamente e ainda não analisados;
- d) Realização e processamento de uma campanha geoquímica.

1.3 Metodologia de Trabalho

Para uma maior eficiência no cumprimento dos objetivos apresentados, este trabalho é constituído para além deste capítulo de introdução, por mais cinco capítulos, seguidos da apresentação das referências bibliográficas e de anexos.

Capítulo 1 - Introdução: neste capítulo, procede-se ao enquadramento do tema proposto e apresentam-se os objetivos do trabalho e a estruturação da tese.

Capítulo 2 - Enquadramento geológico: este capítulo, baseado em dados bibliográficos, é feito o enquadramento geológico da área de estudo partindo de um contexto mais geral, do Maciço Ibérico, realçando as diferentes zonas em que se encontra.

Capítulo 3 - Geologia da Área Estudada: neste capítulo é feita uma descrição mais detalhada das litologias aflorantes na zona em estudo e sempre que possível correlacionar com as observações de campo.

Capítulo 4 - Prospeção Geofísica: neste capítulo é feita uma breve introdução aos métodos geofísicos usados, em que princípio se baseiam e a interpretação dos dados obtidos.

Capítulo 5 - Prospeção Geoquímica: neste capítulo é descrito a metodologia de trabalho na execução da campanha geoquímica efetuada, bem como a exposição dos resultados obtidos.

Capítulo 6 – Considerações Finais: Neste capítulo, apresentam-se, as principais conclusões obtidas neste trabalho, bem como recomendações para trabalhos futuros.

Capítulo 2: Enquadramento Geológico Regional

A área em estudo situa-se na zona centro-norte de Portugal, a nordeste da cidade de Aveiro, entre Sever do Vouga e Albergaria-a-Velha. Encontra-se limitada aproximadamente entre as latitudes de 40,69°N a 40,75°N, e longitudes de 8,37°W a 8,45°W (Figura 2.1).

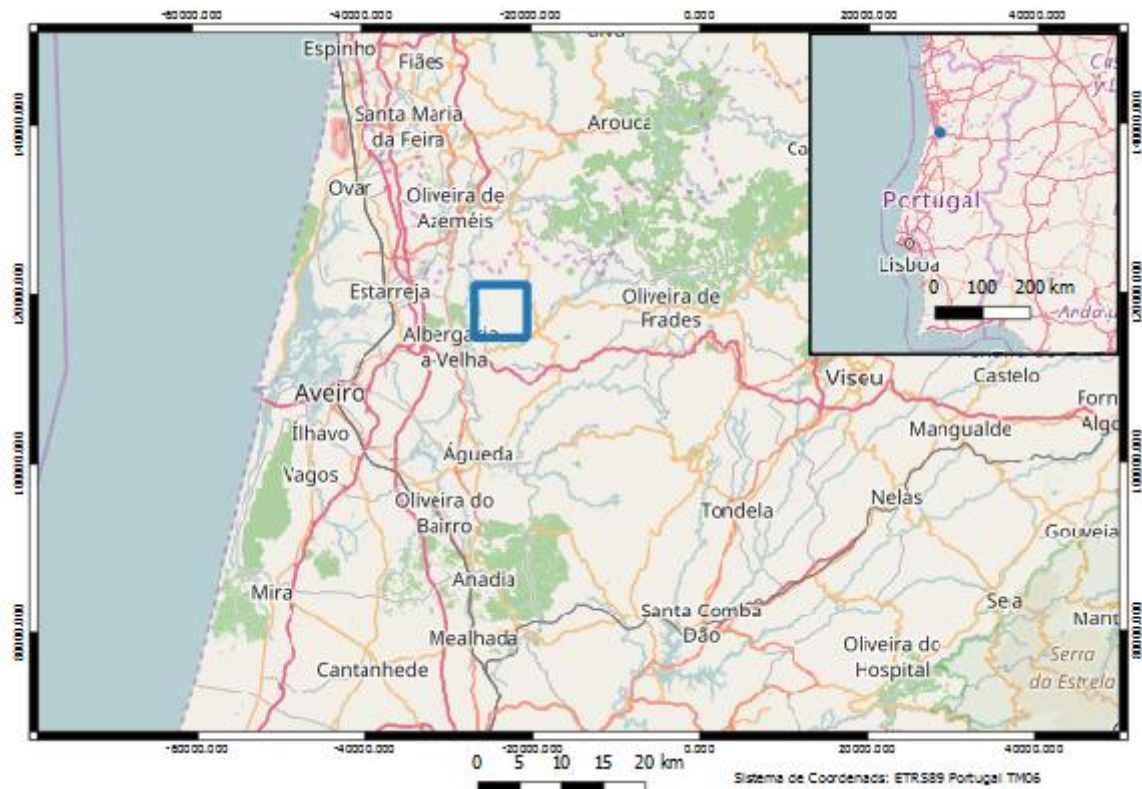


Figura 2.1 – Localização da área em estudo marcado a azul, sistema de Coordenadas ETRS89PTTM06.

A área em estudo, com cerca de 42 km², apresenta uma variação topográfica de alguma importância, atingindo os 425 m no marco geodésico do Redondo, constituindo esta zona a parte mais elevada com um decréscimo de altitude quer para Este e Oeste, sendo que a parte ocidental chega aos mesmos 30 m em algumas zonas.

Em termos geológicos a região encontra-se na parte NW do Maciço Ibérico (Figura 2.1 A e B), mais concretamente no sector noroeste da zona de cisalhamento Porto-Tomar (ZCPT). Esta zona de cisalhamento Porto-Tomar, é descrita como o contacto entre a Zona Centro-Ibérica (ZCI) e da Zona Ossa-Morena (ZOM) (Ribeiro et al., 1980). Sendo assim, neste capítulo será abordado o enquadramento do Maciço Ibérico com especial ênfase na

Zona Centro-Ibérica (ZCI) e da Zona Ossa-Morena (ZOM), delimitado pela zona de cisalhamento Porto-Tomar (ZCPT).

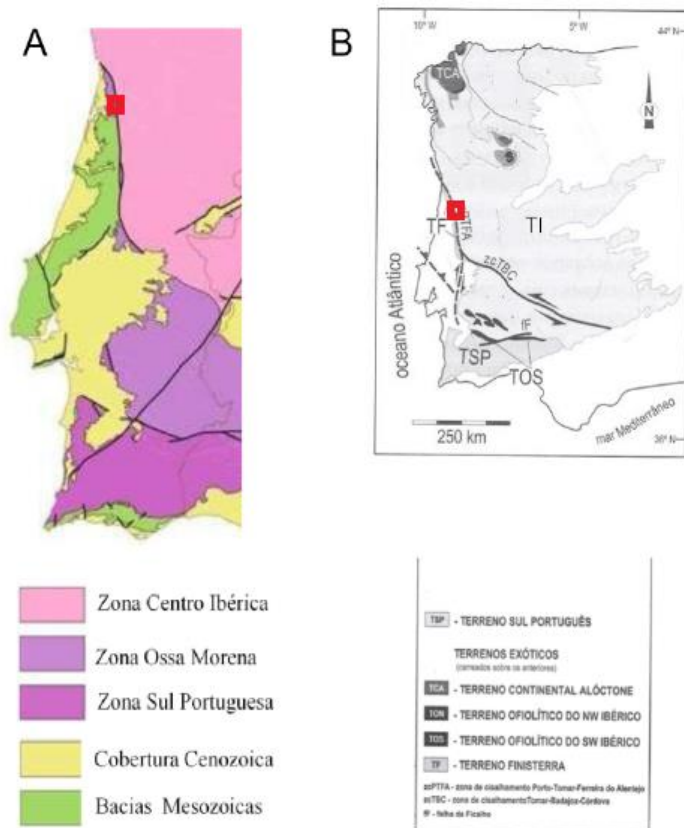


Figura 2.2 – (A) Divisão do Maciço Ibérico por Julivert et al. (1972); (B) Unidades estruturais de 1ª ordem (Terrenos) no Varisco Ibérico Ribeiro (2013), Retirado de Oliveira (2014). Marcado em ambas figuras a vermelho encontra-se a área em estudo.

2.1 Maciço Ibérico

O Maciço Ibérico, também referido como Maciço Hespérico, abrange diferentes zonas tectonoestratigráficas, de idade ante Mesozóica, ocupando uma grande parte da zona central e ocidental da Península Ibérica. Forma uma cadeia de afloramentos Variscos, sendo que foi uma cordilheira de grandes dimensões que se formou no final do Paleozóico, em resultado da convergência e da colisão dos continentes Laurussia e Gondwana.

A sua primeira divisão foi efetuada por Lotze (1945), sendo que o autor efetuou esta subdivisão com base em aspetos litoestratigráficos, estruturais e petrográficos nos termos de rochas magmáticas e metamórficas. Assim, este autor distingue 6 zonas geotectónicas: a Zona Cantábrica, a Zona Asturoccidental-Leonesa, a Zona Galaico-Castellana, a Zona Luso Oriental-Alcúdice, a Zona de Ossa-Morena e a Zona Luso Meridional. Posteriormente, Julivert et al. (1974) propõem a divisão do Maciço Ibérico em Zona Cantábrica, Zona Asturoccidental-Leonesa, Zona Centro Ibérica (fundindo a Zona Galaico-Castellana e a Zona Luso Oriental-Alcúdice), Zona de Ossa-Morena e Zona Sul Portuguesa (Figura 3.2A). Esta classificação sofreu uma alteração proposta por Farias et al., (1987), que consiste na

passagem da Sub-zona Galiza Média e Trás-os-Montes, pertencente à Zona Centro Ibérica, a Zona da Galiza-Trás-os-Montes.

Por fim, Ribeiro (2007), reorganizou o Maciço Ibérico em três terrenos: Terreno Finisterra, Terreno Ibérico e Terreno Sul Português (Fig. 2.2B). No sector mais a noroeste de Portugal, o limite entre os terrenos Finisterra-Ibéria e as zonas geotectónicas Ossa-Morena -Centro-Ibérica é definido por uma importante falha transformante de orientação N-S de movimentação direita - a Zona de Cisalhamento Porto-Tomar (ZCPT) (Figura 2.3), sendo esta alvo de maior descrição no subcapítulo 2.4. No sector mais a sul a separação é feita pela Zona de Cisalhamento Tomar-Badajoz-Córdoba (ZCTBC).

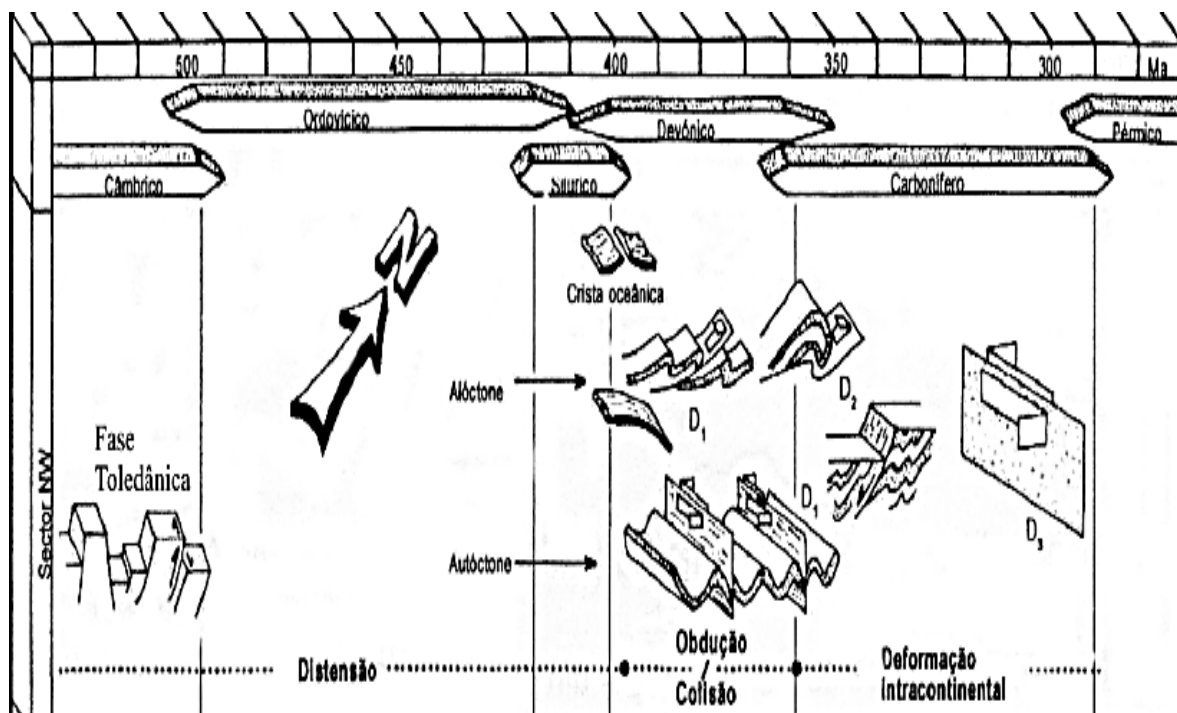


Figura 2.3 - Ilustração dos tipos de estruturas geradas pelas três principais fases de deformação Varisca (D1, D2 e D3) no NW peninsular (Dias e Ribeiro, 1995), adaptado de (Ferreira, 2013).

2.2 Zona de Ossa-Morena

A Zona de Ossa Morena (ZOM) é delimitada, a norte, pela Zona de Cisalhamento Porto-Tomar-Badajoz-Cordoba, contactando com a Zona Centro-Ibérica (ZCI). Já a Sul faz fronteira com a Zona Sul Portuguesa pelo cavalgamento de Ferreira-Ficalho. O limite Norte, mais concretamente na zona de cisalhamento Badajoz-Cordoba é alvo de diferentes interpretações entre autores, sendo que alguns autores interpretam a mesma como sendo a reativação de uma sutura Cadomiana durante a orogenia Varisca que evolui como um megacisalhamento dúctil esquerdo (Gama Pereira, 1987), havendo outras interpretações

como sendo uma sutura Varisca que evoluiu para uma zona de cisalhamento esquerda (Simancas et al., 2001).

Esta zona é constituída por uma sucessão estratigráfica de formações Pré-Câmbricas de difícil interpretação tectonossedimentar e uma série Paleozóica completa (Azor et al., 2004). Está mais representada na parte a sul, dado que na parte mais NW os afloramentos são mais incompletos e descontínuos e muitas vezes encontram-se cobertos por depósitos plioplístocénicos (Oliveira, 2014). Porém devido à localização da área em estudo se situar na parte mais NW irá ser feita uma maior descrição sobre esse setor.

Segundo Quesada et al. (1990), a evolução Pré-Câmbrica da ZOM é subdividida em dois estádios: pré-orogénico e sinorogénico. O primeiro estádio, está representado pela Formação Blastomilitica de Tomar-Badajoz-Córdoba (constituída predominantemente por gnaisses, anfibolitos e migmatitos, com forte deformação e metamorfismo de médio a alto grau) e pela Série Negra (essencialmente formada por metapelitos, mas com intercalações de anfibolitos e de metaliditos). Na evolução Paleozóica, distinguem-se três etapas principais (Quesada et al., 1990): etapa de rifting continental (Câmbrico); etapa de margem passiva (Ordovícico-Devónico inferior), etapa sin-orogénica (Devónico superior-Pérmico inferior).

Assim a continuação da Zona de Cisalhamento Badajoz-Córdoba corresponde ao domínio da faixa blastomilonítica definido por Oliveira et al., (1991), sendo o sector de Espinho-Albergaria-a-Velha (Chaminé, 2000), alvo de maior descrição no subcapítulo 3.1.1, devido à localização da área em estudo, porém é já de realçar que foram identificadas duas fases de deformação (Ribeiro et al., 1980; Pereira et al., 1981), as quais correspondem às fases Variscas D_1 e D_3 definidas, à escala regional, no NW ibérico (Noronha et al., 1979; Dias e Ribeiro 1995). As características destas duas fases de deformação irão ser descritas no capítulo seguinte.

2.3 Zona Centro-Ibérica

Esta zona é a de maior dimensão no Maciço Ibérico e apresenta como limites a NE a falha de Vivero e o sinclinal de Sil-Trucha, a W o cavalgamento de Ferreira do Zêzere e a zona de cisalhamento de Porto-Tomar (Ribeiro et al. 1980). Já a Sul o limite ainda é alvo de diferentes interpretações entre autores como referido no capítulo anterior, sendo a Zona de Cisalhamento de Badajoz-Córdoba apontada como o limite Sul desta zona.

É constituído essencialmente por materiais autóctones podendo-se realçar áreas de rochas metamorfismo médio a alto grau com abundantes granitóides, diferindo de áreas onde o metamorfismo é de baixo grau ou inexistente. Em termos estratigráficos é de realçar

a discordância estratigráfica do Quartzito Armoricano sobre o Complexo Xisto-Grauváquico (CXG), sendo estas duas litologias abordadas na área em estudo no subcapítulo 3.1.2. Existe uma dificuldade na separação entre as sequências sedimentares Pre-Câmbricas e Câmbricas, contrariamente ao que acontece na Zona de Ossa-Morena (Oliveira, 2014). Uma outra característica do domínio autóctone da ZCI é a importância volumétrica de corpos graníticos sin a tardi-Variscos, mas também pré e pós-Variscos sendo estes abordados no subcapítulo 3.1.3.

As evidências estruturais na parte NW do Maciço Ibérico (que inclui a ZCI e a parte NW da ZOM), são devido, essencialmente, à atuação de três fases principais de deformação de idade Varisca, D_1 , D_2 e D_3 (Noronha et al., 1979; Dias & Ribeiro, 1995). As fases D_1 e D_2 , relacionam-se com a etapa colisional da orogenia Varisca, enquanto a última fase de deformação dúctil, a D_3 (de idade Namuriano-Vestefaliano) corresponde ao regime espessamento crustal – extensão (Figura 3).

A primeira fase de deformação Varisca, geralmente designada por D_1 tem um carácter mais homogéneo que as restantes duas fases. Trata-se de uma fase de deformação bastante intensa, que afetou toda a ZCI e que contribuiu para a estrutura atual da mesma. Da atuação desta fase, resulta uma clivagem xistenta de plano axial associado (S_1) que tem direções predominantemente NW-SE (Ferreira, 2013). A inclinação do plano axial é variável, geralmente muito inclinada a vertical. Segundo Díez Balda et al., (1990) na ZCI podem diferenciar-se, de acordo com as estruturas megascópicas da primeira fase de deformação Varisca, dois domínios tectónicos diferentes: o Domínio das Dobras Deitadas e o Domínio das Dobras Verticais (Figura 2.4). A denominação deste último domínio não é totalmente correta, visto existirem neste domínio dobras com vergência marcadamente para SW como na área em estudo perto de Oliveira de Azeméis (Pamplona, 2001).

A segunda fase de deformação (D_2) afeta essencialmente as dobras deitadas geradas na primeira fase e afeta também as dobras de plano axial vertical (apenas da parte norte deste domínio). Nos domínios centrais e meridionais da ZCI, possui largas zonas de cisalhamentos dúcteis sub-horizontais, dobras menores assimétricas e dobras em bainha que afetam a clivagem S_1 produzindo uma clivagem S_2 sub-horizontal (Ferreira, 2013). Nas zonas de cisalhamento a clivagem S_2 é frequentemente a única visível. Em certos afloramentos é possível observar estruturas C-S, com intersecção sub-horizontal entre ambas as superfícies sugerindo um sentido de cisalhamento para E (Diez Balda et al., 1990).

As estruturas Variscas, contracionais, da fase D₁, foram variavelmente sobrepostas por um episódio extensional (D₃), atribuído a instabilidade gravitacional (Diez Balda et al., 1995). A terceira fase de deformação (D₃), homoaxial com a primeira fase de deformação, produz dobras com grande comprimento, com plano axial sub-vertical ou inclinando para NE e de direção N100°-120°E, acompanhado de dobras menores e de clivagem de crenulação S3. Esta fase está também relacionada com o desenvolvimento de zonas de cisalhamento subverticais N70°-80°E, esquerdo, e N120°-130°E, direito, reativando estruturas herdadas, consideradas como zonas de fraqueza mais antigas (Pré-Câmbrico), como por exemplo a faixa de cisalhamento direito Porto-Tomar.

A geometria atual da ZCI resulta assim da sobreposição de estruturas dúcteis Variscas mais tardias, relacionadas com o evento contracional de fase D₃ e com o regime dúctil-frágil da fase D₄ (Abalos et al., 2002) sendo a existência da fase D₄ ainda alvo de controvérsia por entre autores.

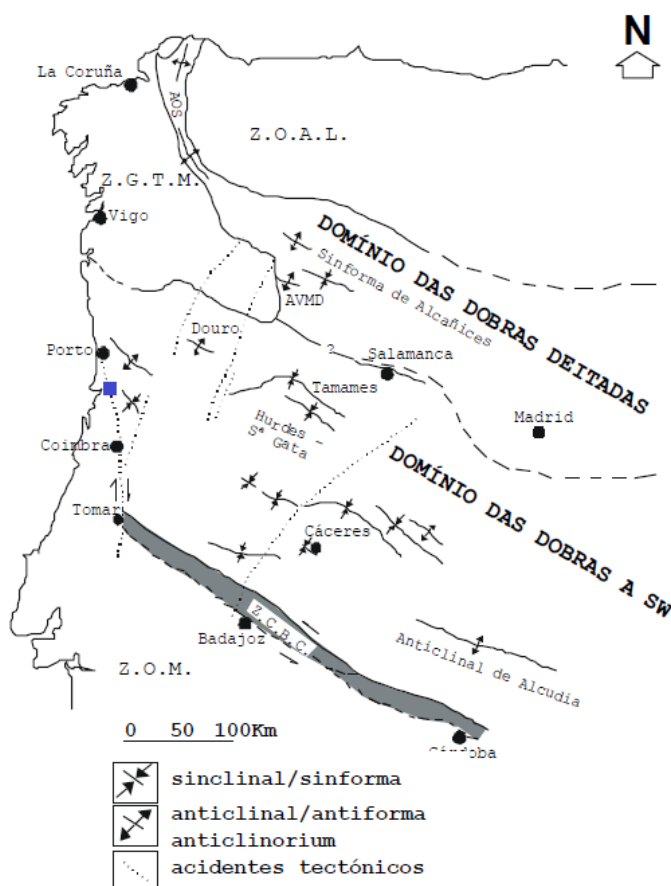


Figura 2.4 - Domínios estruturais da Zona Centro Ibérica: Domínio das Dobras Deitadas e Domínio das Dobras a SW. ZGTM- Zona da Galiza -Trás-Os-Montes; ZOAL- Zona Oeste Astúrico Leonesa; ZOM- Zona de Ossa Morena; AOS - Anticlinório "Olho de Sapo"; AVMD- Antiforma de Villadepuera-Miranda do Douro; ZCBC- Zona de Cisalhamento de Badajoz-Córdoba (adaptado de Diez Balda et al., 1990), onde a área estudada se encontra delimitada a azul.

2.4 Zona de Cisalhamento Porto-Tomar

O canto noroeste do Maciço Ibérico é atravessado por uma falha transformante dextrógira, denominada como a faixa de cisalhamento Porto–Coimbra–Tomar, ou mais conhecida como zona de cisalhamento Porto-Tomar (ZCPT). Apresenta uma orientação geral NNW-SSE e uma deformação não-coaxial (Moreira et al., 2013), e este acidente tectónico é o que delimita a Zona Ossa-Morena (ZOM), a ocidente, e a Zona Centro-Ibérica (ZCI) a oriente. Provoca a translação para norte da ZOM numa estreita faixa entre a ZCI e o bordo da Bacia Meso-Cenozóica Lusitânica, mas que ganha maior pressão na região compreendida entre Albergaria-a-Velha e Porto (Ribeiro et al., 1995). Esta faixa de cisalhamento é composta por litologias de idade Proterozóica Média-Superior até ao Paleozóico Superior (Chaminé et al., 2003a). Esta Zona de Cisalhamento Porto-Tomar estende-se até a Ferreira do Alentejo (Figura 2.5), podendo assim ser denominada como o megacisalhamento de Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo (ZCPTFA) (Chaminé, 2000; Chaminé et al., 2000; 2003b ; Ribeiro, 2007; Ribeiro et al., 2013).

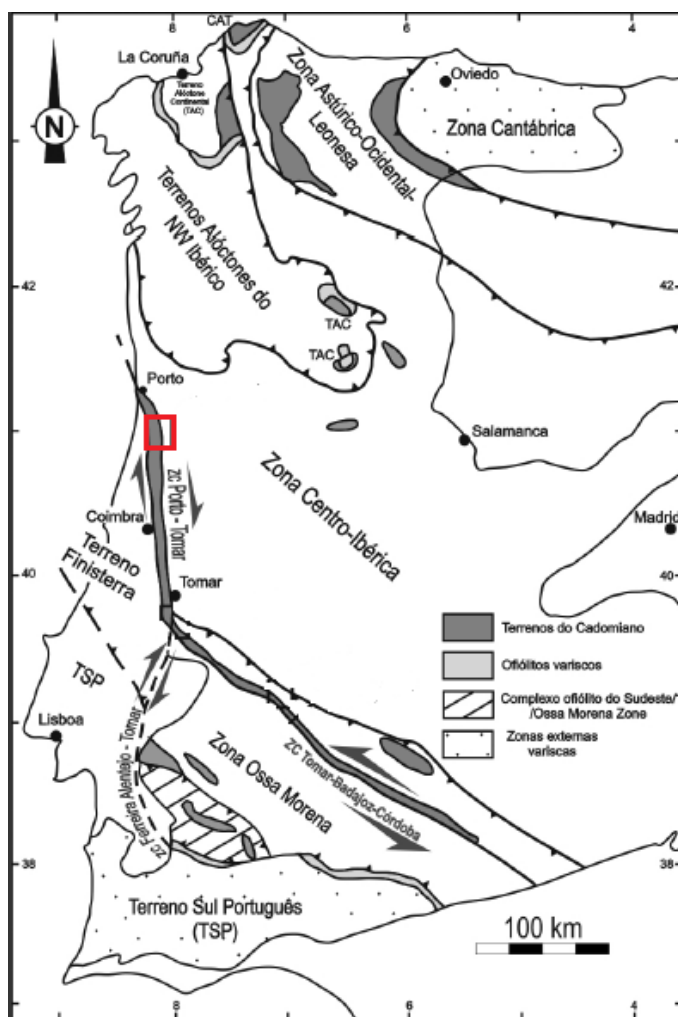


Figura 2.5 – Prolongamento da ZCPT até Ferreira do Alentejo, estando a vermelho marcado a zona em estudo, retirado de Ribeiro et al. 2013.

A faixa de cisalhamento entre Porto-Tomar apresenta ainda estruturas dobradas, onde os planos axiais das mesmas revelam um padrão de cisalhamento norteado, N10°W ou NNW, direita, quer à escala regional, quer à escala local. Nas estruturas cisalhantes direitas existem sectores imbricados, em “échelon”, descrevendo estruturas regionais que desenham sigmóides, com critérios de movimentação dextrógiro (Chaminé et al., 2003a).

Verifica-se que a ZCI cavalga a ZOM na região Porto-Albergaria-à-Velha, sendo isto explicado com a presença de um floco tectónico (“flake tectonics”), em que a ZCI indenta a ZOM, em regime tangencial durante D₁ e D₂ Variscos e de desligamento direito durante D₃. O movimento nesta zona de cisalhamento em D₃, é compatível com o carreamento para Sul, durante D₂, da unidade de Carvoeiro-Caldas de S. Jorge, admitindo que o desligamento Porto-Tomar se deita em profundidade mergulhando para Este, provocando uma sobreposição da ZCI à ZOM (Ribeiro et al., 1995).

Ribeiro et al., (2013), realçam que essa deformação em regime de desligamento direito na zona de cisalhamento Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo e no seu ramo oriental (desligamento de Silva Escura-Vale de Cambra), ocorreria numa fase D₁ Varisca, podendo a deformação Varisca principal caracterizar-se como uma movimentação compósita de tombamentos e carreamentos para Oeste, da Zona Centro-Ibérica sobre o Terreno Finisterra com movimento transcorrente direito, subjacente entre blocos de soco, e consequente topo para Sul. As unidades do Paleozoico Inferior formam uma macrodobra deitada, da qual se destaca o sinclinal vergente para Oeste das unidades Ordovícicas, sob o qual se desloca o soco do Terreno Finisterra, sendo que estudos recentes realizados na Faixa Metamórfica Porto-Viseu por Rodrigues et al. (2013), mostram que o limite oriental da mesma seria um acidente do género “underthrust”, e a oriente ocorreria um acidente cavalgante, onde as observações em Ribeira de Fráguas (Albergaria-a-Velha), revelam o sentido de topo para Oeste das rochas de mais alto grau de metamorfismo sobre as unidades de baixo grau do Paleozóico Inferior Centro-Ibérico, sendo este fenómeno explicado através de uma tectónica contraccional.

Esta faixa de cisalhamento no sector de Oliveira de Azeméis, entre Porto e Albergaria-a-Velha, desenha assim uma deflexão para NW restritiva (“restraining bend”), onde retoma a orientação N-S característica do seu traçado geral. Este regime compressivo local na deflexão restritiva produziu o carreamento para W da Zona Centro-Iberica sobre o Terreno Finisterra e a presença do duplex de desligamento-carreamento de Oliveira de Azeméis, com componentes simultâneas de desligamento e carreamento (Ribeiro et al., 2013).

Constitui assim uma das mais importantes e antiga estrutura tectónica no Maciço Ibérico, estando ativa durante as fases iniciais da orogenia Varisca (Silúrico Superior a Devónico Inferior), talvez até durante todo o ciclo de Wilson da mesma. Esta situação tectónica, em conjunto com a faixa de cisalhamento Tomar–Badajoz–Córdoba, foi comparada, semelhante à falha de Santo André em Califórnia nos EUA, ou seja, um acidente estrutural profundo do tipo falha transcorrente, que marca um contexto de interplaca (Chaminé et al. 2003a).

A diversidade litológica, estrutural e metamórfica levou a Chaminé et al. (2003a), compartimentarem a faixa de cisalhamento Porto–Albergaria-a-Velha–Coimbra–Tomar, em três sectores complementares, denominados por: sector da Foz do Douro (Porto), sector de Coimbra–Espinhal–Alvaiázere (Tomar) e sector de Espinho–Albergaria-a-Velha–Águeda, sendo este último sector alvo de maior descrição neste trabalho, devido à localização da área em estudo se localizar no mesmo.

O sector da Foz do Douro (Porto) é constituído por rochas metassedimentares, espacialmente associadas a rochas ortognáissicas de diferentes tipos, que no seu conjunto são cortadas por granitóides variscos. a Unidade de Lordelo do Ouro (ULO) e a Unidade dos Gnaisses da Foz do Douro (UGFD). Estas unidades definem no seu conjunto o designado Complexo Metamórfico da Foz do Douro. Já o sector de Coimbra-Espinal-Alvaiázere apresenta visível o movimento dextrógiro de metamorfitos, e litologias Paleozóicas (quartzito Armoricano, xistos ardosíferos, xistos negros e grauvaques que constituem o fecho do sinclínio de Espinhal–Dornes), o Complexo Xisto-Grauváquico (CXG) do Grupo das Beiras e os plutonitos graníticos da ZCI (Vila Nova, Figueiró dos Vinhos, Bouça e Pedrógão).

Capítulo 3: Geologia da Região Estudada

Como referido anteriormente a zona em estudo situa-se no sector de Espinho–Albergaria-a-Velha–Águeda da faixa de Cisalhamento Porto-Tomar, sendo já de realçar que a mesma foi alvo de intensa descrição por Chaminé (2000) em termos litoestratigráficos e implicações tectónicas, onde o autor publicou uma cartografia 1:100000 revista (Figura 3.1B), onde se inclui a área em estudo. Existe também Cartas Geológicas disponibilizadas pelos Serviços Geológicos de Portugal, à escala 1:500.000 (Figura 3.1A), assim como as Cartas 1:50.000, 13-D - Oliveira de Azeméis, que apenas cobrem cerca de metade da área em estudo (Figura 3.2).

Recentemente Gomes (2008), na sua tese de doutoramento publica a diversos mapas geológicos na zona em estudo (Figura 3.1C) mas a precisão da mesma ainda se verifica insuficiente. Já Oliveira (2014) elabora um mapa litológico 1:15000 perto da região em estudo, porém o autor não abrange ainda a área desejada.

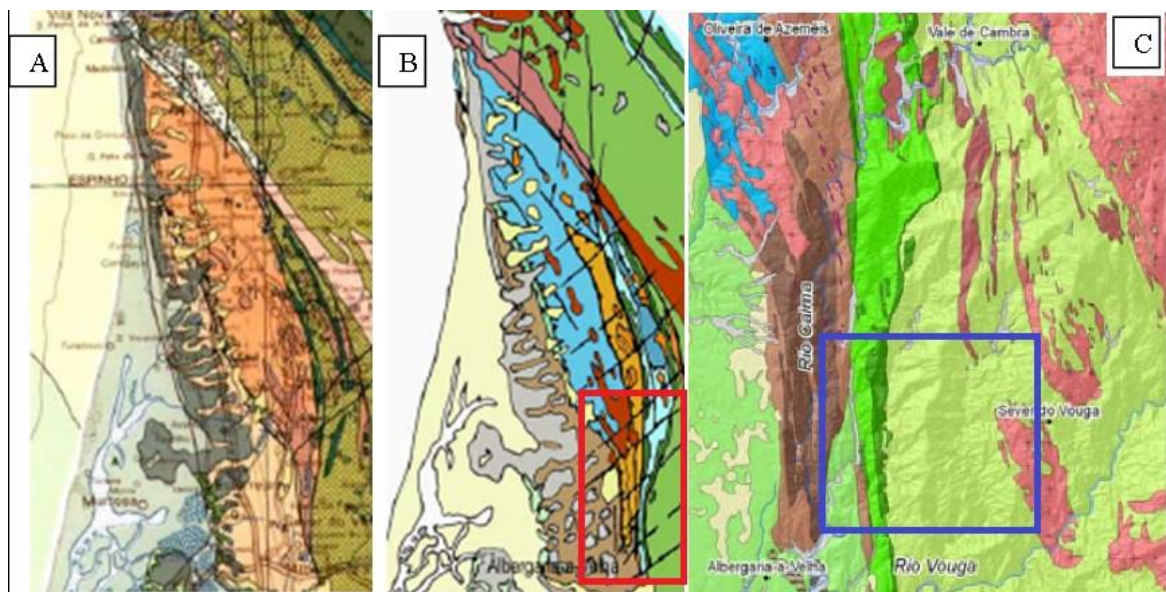


Figura 3.1 - Geologia do sector Espinho-Albergaria-a-Velha, (A) cartografia à escala 1:500.000, na Carta Geológica de Portugal (1992); (B) cartografia de Chaminé (2000), à escala 1: 100.000, estando a vermelho realçado a figura C); (C) Parte do Mapa geológico de Gomes (2008), situando-se a zona de estudo dentro do polígono azul. Imagens adaptadas de Gomes (2008).

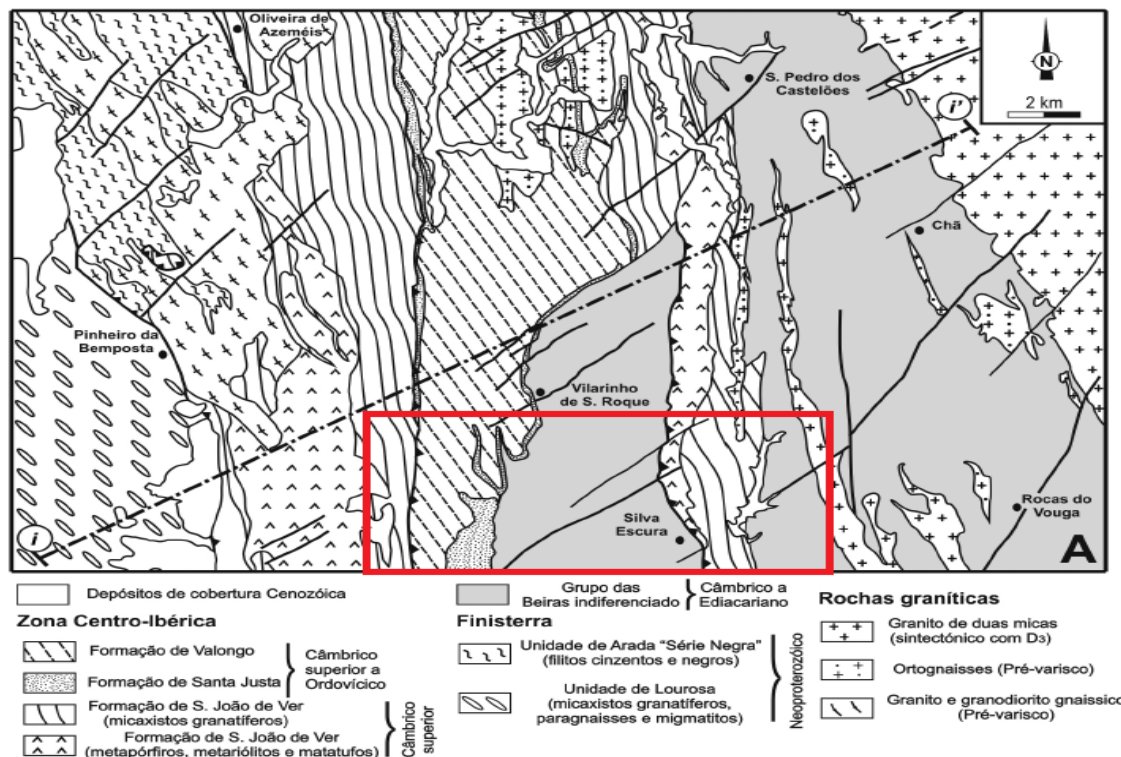


Figura 3.2 - Localização parcial da área de estudo marcado a vermelho, continuando a mesma para Sul. Modificado de Pereira et al. (2007), imagem retirada Ribeiro et al. (2013).

Tendo em conta a falta de cartografia de elevada escala na região, verificou-se que a cartografia de maior precisão que abrangesse inteiramente a região em estudo é a de Severo Gonçalves (1974) à escala 1:80000 (Figura 3.3), sendo esta parcialmente georeferenciada em Sistemas de Informação Geográfica, para posterior edição e consulta no reconhecimento de campo. Apesar de a mesma não ser aqui totalmente apresentada, é de realçar que não se dispensa a consulta da carta geológica original, visto a existirem alguns pormenores ilustrados pelo autor que não foram representados no excerto do mapa aqui exposto.

Ainda que a cartografia de Severo Gonçalves (1974) apresente termos litológicos já em desuso manteve-se a nomenclatura dada pelo autor no mapa já aqui referido.

Neste capítulo optou-se por usar a classificação litoestratigráfica de Chaminé et al. (2003a), como meio de diferenciação das diferentes unidades litoestratigráficas e foi feito, sempre que possível, as comparações das mesmas com as observações de Severo Gonçalves (1974;1984).

A elevada e rápida cobertura da área foi possível devido ao uso de dispositivos móveis com posicionamento em tempo real, neste caso na aplicação de telemóvel QField.

A aplicação permitiu ao utilizador rapidamente obter a sua posição em tempo real, bem como a visualização de informação previamente georeferenciada, neste caso referente à interpretação litológica e tectónica de Severo Gonçalves (1974), bem como o acesso às cartas militares 1:25.000 da região (Cartas 164 e 175, Série M888).

As observações que se seguem ao longo deste capítulo são meramente de reconhecimento geológico aquando a passagem ou paragem para amostragens geoquímicas ou elaboração de perfis geofísicos, previamente planeados. No entanto, verificou-se que na área em estudo a interpretação do autor Severo Gonçalves (1974) se verifica bastante precisa quer em níveis estruturais, quer em níveis litológicos e é vividamente recomendada a consulta desta cartografia para posteriores trabalhos ou publicações na zona.

Sendo assim, foi possível reconhecer alguns afloramentos chave que vão sendo expostos ao longo deste capítulo, estando os mesmos aqui expostos no sistema de coordenadas ETRS89 Portugal TM06. Os afloramentos são analisados à escala macroscópica, sempre referenciados em relação à cartografia de Severo Gonçalves (1974), e acompanhados, sempre que possível, de suporte fotográfico.

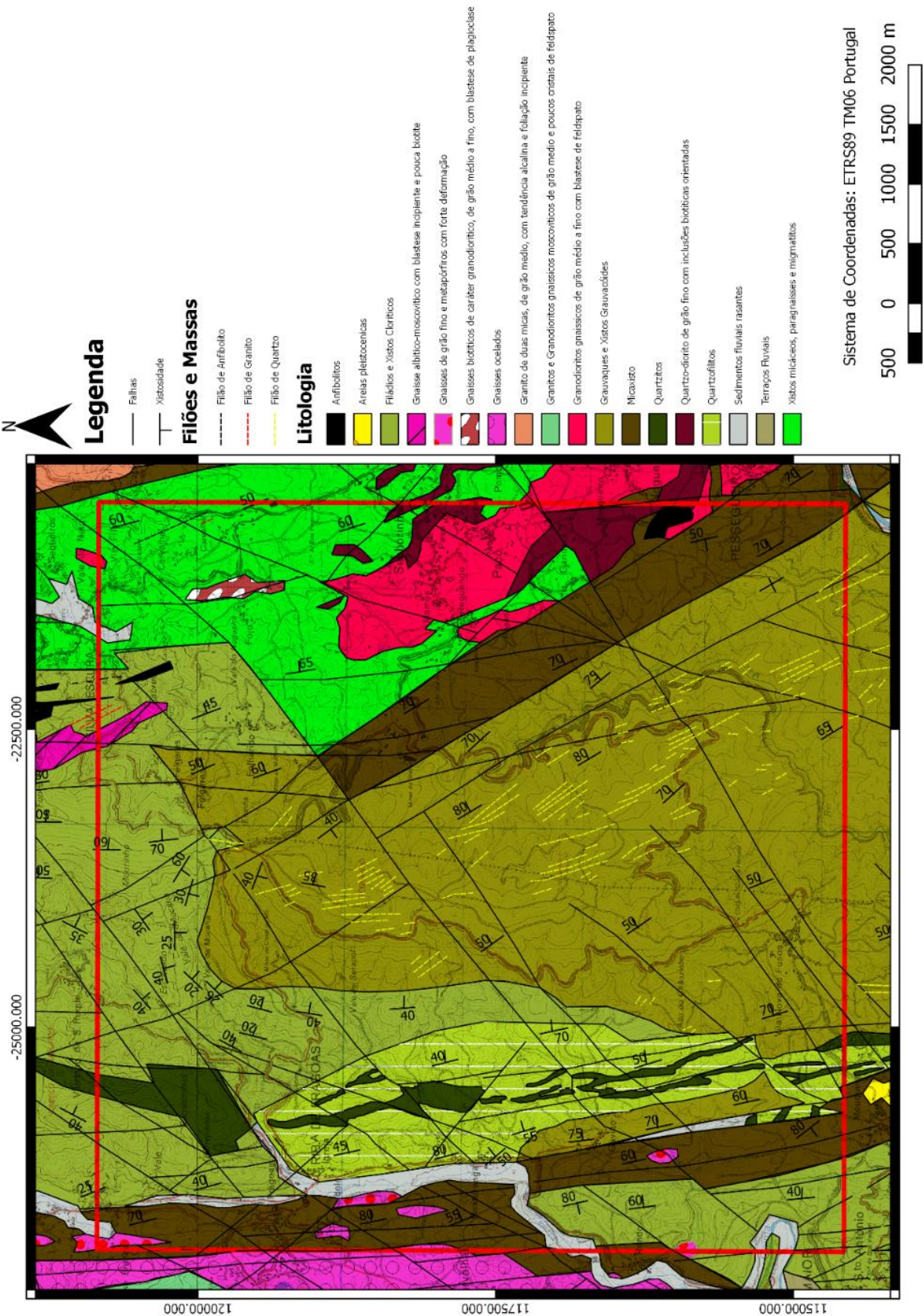


Figura 3.3 – Parte do Mapa Geológico de Severo Gonçalves (1974), inserindo-se a área de estudo dentro do retângulo vermelho.

3.1. ZOM na área em estudo

As unidades da ZOM constituem numa sequência metassedimentar autóctone invertida, a unidade de Lourosa, a unidade de Espinho e a unidade de Arada, sobrepondo-se a estas por tectónica pelicular a designada unidade de S. João-de-Ver (Chaminé et al., 1995), porém esta última unidade ainda é alvo de diferentes classificações entre autores sendo mesmo reclassificada recentemente como pertencente à ZCI e de idade Ordovícica (Pereira et al., 2007). Em geral, nestas unidades é de realçar um metamorfismo de baixa pressão Hercínico, imposto sobre um metamorfismo Pré-Hercínico do tipo Barroviano (Hespanha de Oliveira, 1987), sendo o metamorfismo Hercínico contemporâneo com a fase de dobramento principal (Severo Gonçalves, 1974; Aguado, 1992), onde ambos autores sugerem para todas as unidades uma idade Pré-Câmbrica Superior tal como Chaminé (2000).

Também será brevemente descrita a recente Unidade de Albergaria-a-Velha e Sernada do Vouga, devido à proximidade da área em estudo.

No reconhecimento de campo, usando como base a carta geológica de Severo Gonçalves (1974), foi possível identificar vários aspetos também referidos por Chaminé (2000), que se podem sintetizar de seguida:

- I. Os limites geológicos entre as unidades são de natureza tectónica (materializados por cavalgamentos e/ou carreamentos);
- II. as litologias diferenciadas correspondem a uma “colagem tectónica” de uma série de unidades litológicas muito deformadas, espacial e temporalmente distintas por isso a estrutura regional reflete uma estratigrafia de unidades do tipo fora de sequência motivada por uma tectónica cisalhante e de imbricação intensa.

3.1.1. Unidade de Lourosa (UL)

A Unidade de Lourosa abrange uma área desde da localidade de Valadares (Gaia) até próximo a Santiago de Riba-Ul (Oliveira de Azeméis), constituindo o parautóctone da ZOM (Chaminé, 2000). Apresenta uma orientação geral NNW-SSE, verificado na cartografia de Severo Gonçalves (1974) e Chaminé (2000), onde o primeiro autor descreveu esta litologia composta por micaxistos, paragneisses e migmatitos de carácter arterítico, realçando a presença de anfibolitos com direção NW-SE.

Esta unidade também se pode referir como sendo constituída por metamorfitos de elevado grau, devido à sua posição relativa entre unidades adjacentes, bem como à sua

constituição migmatítica e/ou anfibolítica granatífera. Existe uma subdivisão desta unidade em duas unidades litodémicas: a Unidade de Lourosa inferior e Unidade de Lourosa superior, onde o limite das mesmas pode ser, de grosso modo, localizado a Oeste da antiforma de rochas graníticas de Santa Maria da Feira (Chaminé, 2000; Chaminé et al., 2003a).

A Unidade de Lourosa inferior, é constituída essencialmente por migmatitos, onde se diferenciam corpos lenticulares, de dimensão quilométrica e com orientação geral NW-SE, de ortognaisses biotíticos e gnaisses granitóides, que apresentam uma franca blastese de feldspatos e foliação gnáissica, sendo que as rochas migmatíticas, quando não alteradas, apresentam um bandado típico e exibem estruturas variadas como injeção a leito e ptigmáticas (Chaminé et al., 1995, 2003a; Chaminé, 2000).

A Unidade de Lourosa superior, é formada por micaxistos biotíticos de cor castanha, por vezes granatíferos e com níveis de quartzo de exsudação, apresentando por vezes cores avermelhadas e/ou amareladas devido ao seu estado de alteração. Por vezes, estas rochas estão intruídas por granitóides gnaissificados, tomando a forma de apófises, cordões, rosários ou lenticulas (Chaminé et al., 1995, 2003a) e apresentando mesmo níveis migmatizados (Chaminé, 2000), sendo que o autor realça a presença de corpos anfibolíticos com uma orientação média NW-SE, também visível na cartografia de Severo Gonçalves (1974).

A presença de uma falha inversa cavalgante para Oeste (cavalgamento de Lourosa), leva ao contacto no seu ramo mais ocidente com as Unidades de Espinho e de Arada. O contacto oriental é referido essencialmente pela presença do granito pós-orogénico de Lavadores, e é feito, em parte, pelo ramo oeste do carreamento de S. João-de-Ver (Chaminé et al. 2003a).

Esta unidade terá uma idade Proterozóica média a superior (Brioveriano médio a superior), sendo que as Unidades de Lourosa superior e inferior, corresponderão às Unidades de Lordelo do Ouro e dos Gnaisses da Foz do Douro do Complexo Metamórfico da Foz do Douro, às Unidades dos gnaisses e migmatitos de Maçãs de D. Maria e dos micaxistos de Arega-Beco e, ainda, ao Complexo de Gnaisses e Migmatitos, à Formação de Campo Maior e ao Grupo da Formação Blastomilonítica (Chaminé et al. 2003a).

Porém como referido por Ribeiro et al. (2013) a unidade de Lourosa produziu zircões, talvez herdados, com idades entre 1830 e 2049 Ma (Chaminé et al., 1998), o que levanta o problema da possível anterioridade relativamente as litologias do Ediacariano,

correspondente as unidades de Espinho e Arada, que são correlacionáveis com a “Série Negra” da Zona Ossa-Morena.

Verifica-se que na cartografia de Severo Gonçalves (1974) esta unidade aflora em grande extensão também na zona de Sever do Vouga, porém nas cartas geológicas de Pereira et al. (1981; 2006) e Ribeiro et al. (2013), esta zona está descrita como sendo o CXG.

3.1.2 Unidade de Arada

A unidade de Arada constituída por rochas metassedimentares com uma orientação geral NNW-SSE (Severo Gonçalves, 1974), de idade Proterozóica Superior (Chaminé et al., 2003a), é indicada como sendo o autóctone relativo com uma vasta extensão, desde a orla litoral até para Leste da região entre Ovar e Estarreja, sendo constituída por uma sucessão monótona de filádios negros e esverdeados, com raras intercalações de níveis de metaliditos negros, quartzitos negros e de filonetes de quartzo de exsudação (Chaminé et al., 1995; 2003a). Gonçalves (1987) referiu também a existência de intercalações psamíticas e encontra-se metamorfizada na zona da clorite, tal como realçado por Chaminé et al. (1995), sendo esta unidade recoberta por depósitos pliopleistocénicos. A norte de Vale Maior a Unidade de Arada é carregada pela Unidade de S. João-de-Ver (Chaminé, 2000).

O autor Chaminé (2000) descreveu os filádios como sendo quartzo-sericíticos a clorítico-sericíticos e clorítico-moscovíticos, sendo que por vezes contêm granada. Na sua parte basal existem anfíbolitos intercalados, denominados ‘Anfíbolitos e xistos anfíbolíticos de Maceda’. O mesmo autor afirmou que os filádios desta unidade encontram-se muitas vezes alterados e adquirem tonalidades amareladas e/ou avermelhadas e quando próximos de contactos tectónicos importantes, podendo ser referenciados como filitos de cor negra a cinzenta.

Existe uma forte deformação destes filádios, originando dobras locais muito apertadas, sendo que observam-se dobras deitadas e apertadas correspondentes à fase D₁ da orogenia Varisca, com eixos N-S, redobradas por dobras com vergência para Oeste, e planos axiais mais inclinados (Ribeiro et al., 1995; Chaminé, 2000). Existe também uma crenulação subparalela atribuída à fase D₂ Varisca, sendo que o subparalelismo entre cisalhamentos direitos e dobras denota um regime de cisalhamento intenso dúctil (D₁) a frágil (D₂). Nalguns afloramentos reconhecem-se dobras deitadas anteriores que, por comparação com a região de Tomar-Ferreira do Zêzere, foram associadas à orogenia Cadomiana (Ribeiro et al., 2013).

É de realçar ainda a presença uma falha de desligamento direito, cavalgante para Oeste, pondo em contacto com a formação suprajacente, Formação de Espinho (Chaminé et al., 1995). A unidade de Arada foi considerada por Chaminé et al. (2003a), equivalente ao grupo da “Série Negra”, do Super-Grupo de Valencia de las Torres–Cerro Muriano, podendo estar relacionada com uma parte da Formação de Montemolín, apresentando uma idade Proterozóica Superior (Brioveriano Superior), podendo também estar relacionada com a Formação de Mosteiros.

3.1.3 Unidades de Albergaria-a-Velha (UAv) e de Sernada do Vouga (USv)

No sector de Espinho– Albergaria-a-Velha– Águeda, é possível verificar por vezes a existência de rochas metapelíticas, de cor negra e de grão fino, com baixo grau de metamorfismo orgânico (Moço et al., 2001), datadas palinologicamente do Devónico médio-superior e do Carbónico inferior (Fernandes et al., 2000; Chaminé et al., 2000), caracterizando, do ponto de vista tectonoestratigráfico, a designada Unidade de Albergaria-a-Velha (Chaminé et al., 2000) e a Unidade de Sernada do Vouga, (Chaminé et al., 2003b) respetivamente.

Estas rochas apresentam ainda níveis de alternância milimétricos de psamíticos, de cor cinzenta, bem como lenticulas e filonetes milimétricos a centimétricos de quartzo de exsudação, sendo até encontradas rochas metacarbonatadas (Chaminé, 2000; Chaminé et al., 2003a). Estas rochas metacarbonatadas de cor cinzenta acastanhada, com algumas bancadas esverdeadas, encontram-se intercaladas com os metapelitos do Devónico médio-Superior, sendo caracterizada como uma unidade tectonoestratigráfica alóctone (Chaminé et al., 2003a).

Apresentam por vezes milonitização intensa que se verifica com a existência de minerais argilosos, que podem ser usados como indicadores de acidentes tectónicos e podem ser usados como marcadores tectonoestratigráficos (Chaminé et al., 2001).

Em síntese, importa destacar que as rochas metapelíticas das Unidades de Albergaria-a-Velha e de Sernada do Vouga atestam a ação de uma tectónica de imbricação em relação ao substrato do Proterozóico Superior. No Devónico Médio o acidente de Porto–Tomar–Ferreira do Alentejo terá funcionado como uma falha de desligamento gerando estreitas bacias internas, aparentemente do tipo “pull-apart basin”. Assim esses estreitos sulcos foram preenchidos por metassedimentos e/ou por rochas máficas preservando-se, assim, núcleos de estruturas de idade mais recente incorporadas num substrato mais antigo (Chaminé et al., 2003a).

Estes sedimentos não são afetados pelo episódio tectono-metamórfico da D1 Varisca, mas são controlados pela presença de acidentes da D2 Varisca, em regime frágil (Ribeiro et al., 2013).

As unidades tectonoestratigráficas (Un.) do sector de Espinho–Albergaria-a-Velha apresentam uma similitude litológica e estratigráfica razoável com as unidades definidas nos sectores de Espinhal–Figueiró dos Vinhos e de Tomar-Sardoal (Chaminé et al., 2003a).

3.1.4 Unidade de S. João-de-Ver (USJV)

Esta unidade localiza-se entre S. João-de-Ver até próximo a Vale Maior (Albergaria-a-Velha), sendo caracterizada como uma unidade tectonoestratigráfica alóctone (Chaminé, 2000), apresentando duas litologias distintas: na base observam-se metapórfiros e gnaisses blastomiloníticos localmente recortados por pseudotaquilitos, no topo, em aparente concordância estratigráfica, reconhecem-se micaxistos, às vezes granatíferos e com intercalações de metagrauvaques (Chaminé, 2000; Chaminé et al., 1995, 2003a). Porém, esta unidade é ainda alvo de diferentes interpretações entre autores, sendo recentemente caracterizada pertencente à ZCI (Ribeiro et al. 2013), de idade Ordovícica por Pereira et al. (2006), e pertencente à ZOM por Chaminé (2000), sendo assumido aqui a classificação do último autor.

A unidade apresenta uma orientação geral N-S a NNW-SSE (Figura 3.4) e verificou-se a instalação de vários corpos anfibolíticos segundo a mesma orientação (Severo Gonçalves, 1974; Chaminé, 2000; Chaminé et al., 1995, 2003a), sendo estes corpos caracterizados do ponto de vista químico e petrográfico por (Silva, 2007).

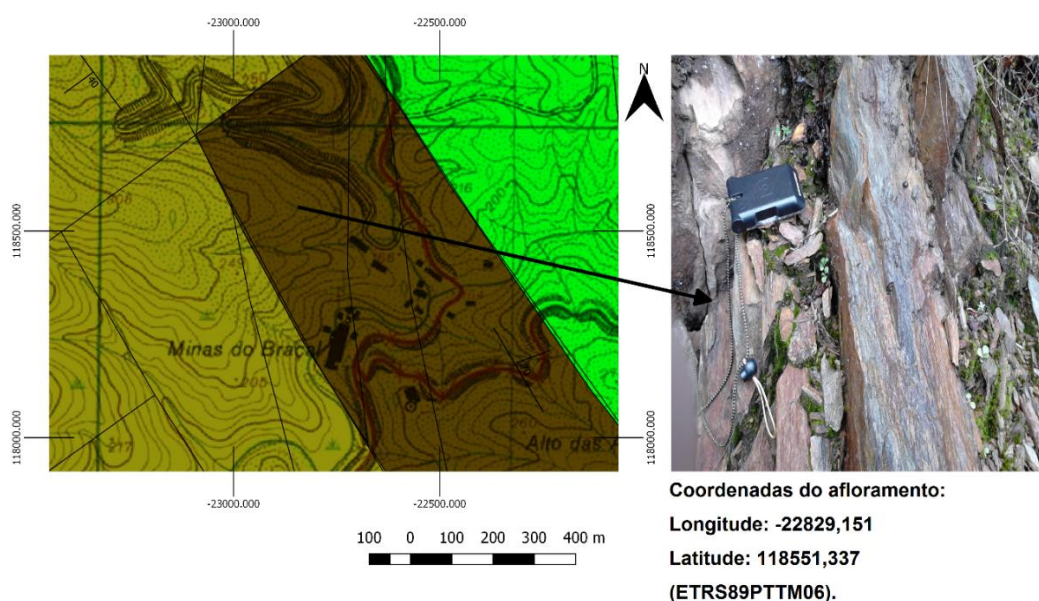


Figura 3.4 – Afloramento de Micaxisto, com orientação N155°, sub-vertical.

As rochas apresentam um grau de metamorfismo médio (Chaminé et al., 1995; Ribeiro et al., 1995; Chaminé, 2000), e os micaxistos apresentam isógradas da granada-estaurolite-silimanite-biotite em Oliveira de Azeméis e biotite-silimanite em Sever de Vouga (Severo Gonçalves, 1974), onde Gonçalves (1987) realçou a presença de estruturas em bola de neve e sombras de pressão na granada, sugerindo uma fase de metamorfismo Pre-Câmbrico, anterior assim à paragénesis da estaurolite, silimanite e biotite Hercínica. Existem micaxistos com almandina que evidenciam sinais de metamorfismo retrogrado, e nos micaxistos granatíferos encontra-se sub-impresso o metamorfismo Hercínio do tipo Abukuma, encontrando-se a almandina associada à estaurolite e silimanite de formação posterior (Hespanha de Oliveira, 1987).

Os micaxistos granatíferos em Albergaria-a-Velha são considerados como uma escama tectónica cavalgando o CXG, em que as rochas registaram uma fase de metamorfismo anterior, tipo Barrow, onde se sobrepõe o metamorfismo Hercínico, contactando com uma falha inversa com o CXG (Severo Gonçalves 1974; Aguado, 1992). Na região de Vale Maior-Mouquim, os micaxistos granatíferos constituem uma faixa limitada de ambos os lados por falhas subverticais ou pendendo entre 70 a 75W (Hespanha de Oliveira, 1987).

Estes contactos tectónicos caracterizados por falhas inversas estão geralmente associados a uma faixa de corpos granitóides deformados e/ou bandas de alteração intensa, com a presença frequente de caixas de falha argilosas muito profundas ("fault-gouge"), contactando por tectónica do tipo pelicular ("thin-skin") com as unidades de Lourosa e de Arada: Carreamento de S. João-de-Ver (Chaminé et al, 1996a, b; Chaminé, 2000).

Na secção mais ocidental encontram-se limitada a Oeste por corpos granitóides de duas micas, Variscos e/ou corpos aplito-pegmatíticos (Chaminé et al., 1996b; 2003a; Chaminé, 2000), e contacta também com xistos micáceos, paragneisses e migmatitos de carácter arterítico (Severo Gonçalves, 1974) ou mais recentemente classificada como Unidade de Lourosa Inferior (Chaminé et al. 2003a).

Já a Este, o contacto em Nadais (a NNE de S. João da Madeira) até Carvoeiro (a SE de Albergaria-a-Velha), sempre no ramo Oeste do megacisalhamento de Porto-Tomar, o limite do contacto é feito parcialmente por quartzitos e, em determinados troços, o limite desta falha contacta com os xistos ardósíferos (Unidade do Carvoeiro-Caldas de S. Jorge) do Ordovícico ou por aluviões do quaternário. É classificado como o ramo mais ocidental

do megacisalhamento Porto-Tomar (Chaminé, 2000; 2003a), também evidenciado através da morfoestutura regional por Gomes & Barra (2001) e Gomes (2008) .

A sua secção mais oriental verifica-se que na cartografia proposta por Severo Gonçalves (1974), prolonga-se desde as Minas do Braçal (Sever do Vouga) até pelo menos à população de Talhadas, sendo que esta unidade encontra-se limitada a Oeste pelo CXG (Figura 8), e a Este por Xistos Micáceos, Paragneises e Migmatitos (Unidade Lourosa atualmente), por corpos granitóides Ante-Hercínicos e Hercínio-Precoces e mais a sul pelo denominado “Granito de Talhadas”, sendo estes corpos granitóides alvo de maior descrição no capítulo 3.1.3. Já Aguado (1992) apresenta uma cartografia semelhante à de Severo Gonçalves (1974), porém a autora divide esta secção em “micaxistos com granada e/ou estauroilite” e “filádios com clorite e biotite”, sendo estes últimos integrados atualmente na classificação dos xistos ardosíferos da unidade de Carvoeiro.

Na cartografia de Pereira et al. (1981, 2006) o contacto Este da secção mais oriental é descrito com a presença de corpos granitóides, como referido anteriormente, e também pelo contacto do Complexo Xisto-Grauváquico, diferindo assim da interpretação de Severo Gonçalves (1974) e Aguado (1992).

Esta unidade devido à semelhança litológica e tectonoestratigráfica correlacionou-se a com a Unidade dos Amarelos, (Sector Espinhal-Figueiró dos Vinhos) e com a Formação da Urra (NE Alentejano) (Chaminé et al., 2003a) , onde os autores sugeriram uma idade Proterozóica Superior a Câmbrica Inferior, tal como Gonçalves (1988) descreveu a unidade como uma faixa Pre-Câmbrica polimetamórfica.

Esta unidade revela uma íntima relação do CXG com os terrenos Pré-Câmbricos da ZOM e marcaria uma linha paleogeográfica importante que podia separar significativamente os terrenos da ZOM e da ZCI, bem antes das relações com terrenos do Paleozóico inferior que quase sempre cobrem este contacto ao longo duma zona caracterizada por forte instabilidade tectonossedimentar. Com efeito, a existência de uma paleo-sutura deverá estar mais próxima daquele limite paleogeográfico, o que justificaria e seria responsável pela instabilidade observada ao longo da faixa de cisalhamento. Não admirará por isso que só ocasionalmente possa ser observada e daí o enorme problema da definição do limite entre as duas zonas. A instabilidade seria marcada pela deposição contínua ou sincopada de sedimentos do Paleozóico associada a sucessivas fases de distensão a que se associam produtos vulcânicos de cariz essencialmente alcalino ou hiperalcalino (Gama Pereira, 1987).

3.2 ZCI na área em estudo

A Zona Centro-Ibérica, encontra-se representada na área em estudo por rochas metamórficas Paleozóicas, Ante-Ordovícicas pertencentes ao CXG, sendo possível efetuar uma divisão litológica e estrutural neste complexo (Severo Gonçalves, 1974; Almeida, 1993). Existem também rochas do Ordovícico Inferior a Médio como a Unidade do Carvoeiro-Caldas de S. Jorge constituída por quartzitos do Arenigiano com xistos cinzentos intercalados e por xistos cinzentos ardosíferos fossilíferos. As bancadas quartzíticas, são comparadas por alguns autores ao conhecido quartzito “Armoricano”, encontrando-se verticalizadas e alinhadas segundo a direção N-S.

3.2.1 Unidade do Carvoeiro e Caldas de S. Jorge

Esta unidade é constituída por xistos ardosíferos acinzentados e por quartzitos de idade Ordovícica cuja ocorrência é frequente na ZCI. Pertencem, pois, ao Paleozóico Inferior, e contactam tectonicamente a Oeste com as unidades da ZOM e a Leste com o Complexo Xisto-Grauváquico da ZCI (Chaminé 2000), sendo esta unidade classificada como o paraautóctone da ZCI.

Esta unidade tectonoestratigráfica da ZCI, contacta geologicamente com as unidades da ZOM (Unidades de Lourosa, de Arada e de S. João-de-Ver). A Este de Albergaria-a-Velha e de Lourosa desenvolve-se uma estreita faixa de quartzitos e xistos ardosíferos cinzentos, de aproximadamente 80 km de extensão, com orientação geral N-S, e que se prolonga desde a localidade de Caldas de S. Jorge até Carvoeiro (Chaminé, 2000), sendo distinguidas, do ponto de vista informal, na base a Unidade do Quartzito ‘Armoricano’ de Caldas de S. Jorge, e no topo, a Unidade de Carvoeiro (Chaminé, 2000; Chaminé et al., 2004).

É visível nesta unidade, o cisalhamento da fase D₁ Varisca, que gera uma fábrica planar deitada e estiramento próximo de N-S, sendo o sentido de cisalhamento sistematicamente para Sul (Ribeiro et al., 1995).

Assim, a unidade de Carvoeiro-Caldas de S. Jorge (C-CSJ) corresponde a um carreamento, possivelmente “out-of-sequence”, simultaneamente sobre o autóctone da ZCI e sobre a ZOM (Unidades de Pindelo e de S. João-de-Ver) (Ribeiro et al., 1995). A deformação concentra-se numa estrutura desenraizada na sua parte basal, provocando a sobreposição sobre o autóctone da ZCI, mas diminui em direção a níveis estruturais superiores, ou seja, da dos níveis xistentos da Unidade de Carvoeiro (Chaminé et al., 2004).

3.2.1.1 Unidade de Caldas de S. Jorge

Esta litologia de idade Ordovícica Inferior (Arenigiano) e orientação média NNW-SSE a N-S (Figura 3.5A), é sugerida por correlação tectonostratigráfica com a Formação de Santa Justa observada no anticlinal de Valongo, na qual foi encontrada uma associação de icnofósseis característicos do Arenigiano (Ribeiro et al., 1995; Chaminé, 2000), contudo, embora as características destes quartzitos se assemelhem às dos quartzitos da Formação de Santa Justa, não foram encontrados neste sector quaisquer elementos de natureza paleontológica (Chaminé, 2000) levando a que Severo Gonçalves (1974), coloca-se os quartzitos como uma formação interestratificada no CXG, em virtude das características estruturais, ausência de evidência de descontinuidades ou discordâncias e ausência de fósseis.

Esta unidade é descrita por Severo Gonçalves (1974) como quartzitos, lilitos e xistos argilosos, sendo que Chaminé (2000) afirma que os quartzitos apresentam no geral uma tonalidade clara, com raras intercalações xistentas (Figura 3.5C), e ocorrem, habitualmente próximo ao contacto com os xistos ardosíferos. Ocasionalmente, esta distribuição descrita sugere a existência de uma transição gradual, sendo de realçar a extrema deformação existente nestes quartzitos, gerando-se fábricas miloníticas em corredores com distribuição heterogénea (Ribeiro et al., 1995).

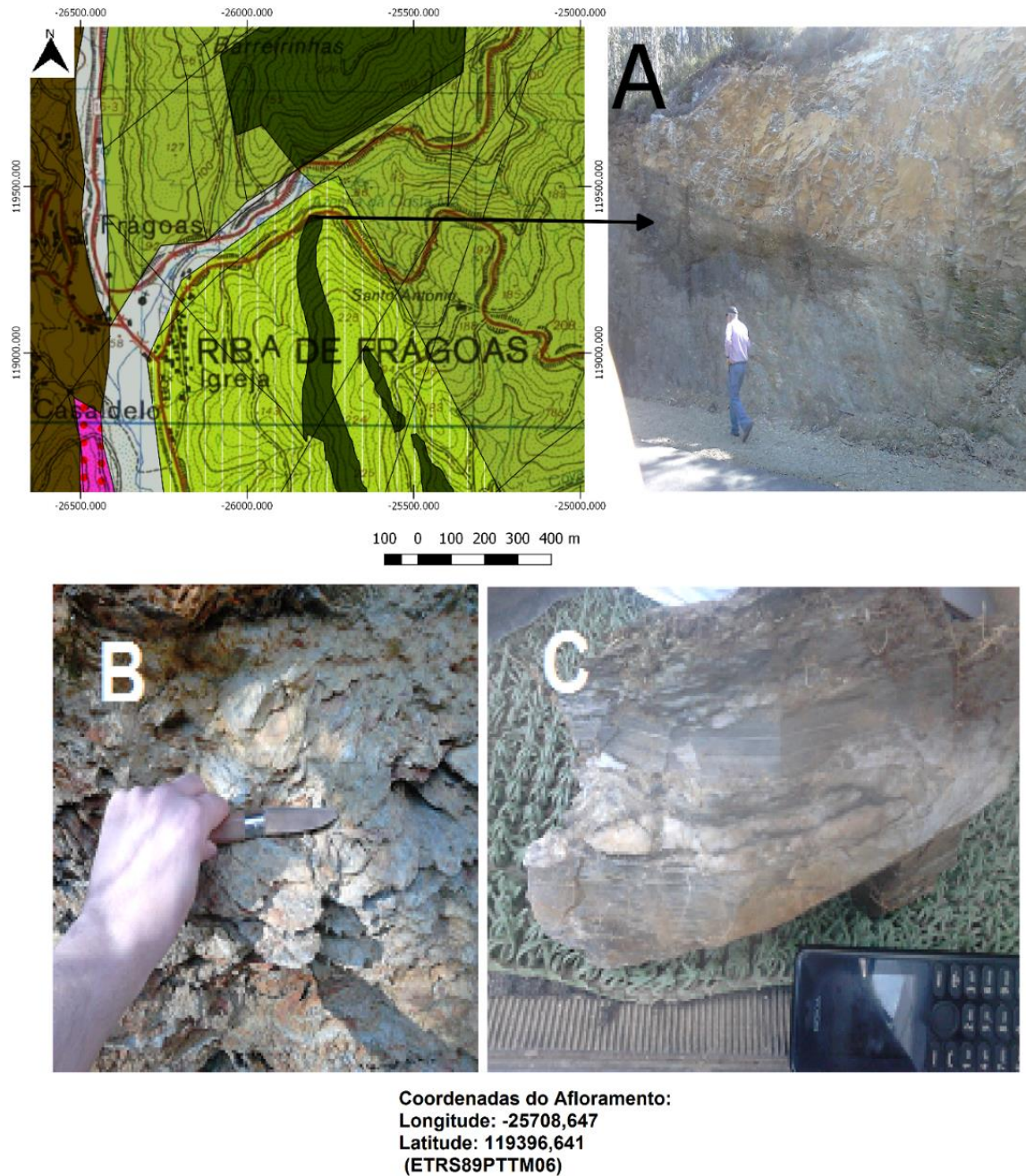


Figura 3.5 – Afloramento típico quartzítico da região (A), com maior detalhe em B), sendo visível diferentes intercalações nos quartzitos (C).

Esta unidade desenha um sinclinal deitado (Chaminé et al., 2004), com eixo paralelo à direção de transporte e vergência aparente para Oeste, observando-se que as dobras mesoscópicas redobram uma foliação anterior, sugerindo continuidade entre D_1 e D_2 Varisca. Durante a D_3 dá-se o redobrimento de S_{1-2} e cisalhamento direito, próximo de N-S (Ribeiro et al., 1995). As observações de campo ainda no local de afloramento da figura 3.5, permitiram corroborar as observações desses autores com a presença de várias estruturas dobradas (Figura 3.6).



Figura 3.6 – Afloramento quartzítico sem aparente deformação (A), porém visível num outro plano uma deformação intensa (A₁). Criação de Dobras Ptigmáticas (B). Coordenadas de afloramento iguais às da figura 3.5.

Existem dois alinhamentos quartzíticos, entre Caldas de S. Jorge e Carvoeiro (Albergaria-a-Velha), que correspondem ao traço cartográfico do dobramento regional. Assim, o alinhamento quartzítico ocidental prolonga-se desde Caldas de S. Jorge até Gavião (Albergaria-a-Velha), enquanto o alinhamento oriental se estende desde Caldas de S. Jorge (Serra de Estose, próximo do Penedo do Ferro) até Carvoeiro (Albergaria-a-Velha), passando Vilarinho de S. Luís, Ribeira das Fráguas e Mouquim (Chaminé, 2000; Chaminé et al., 2004).

O alinhamento oriental contacta a Oeste com os xistos ardosíferos acinzentados e a Leste com o CXG. Já o alinhamento ocidental destes quartzitos contacta tectonicamente a Oeste com as unidades da ZOM, e a Este, os quartzitos dão lugar de forma gradual a xistos ardosíferos acinzentados escuros, surgindo, por vezes, intercalações quartzíticas e xistentas no contacto entre as duas litologias (Chaminé, 2000; Chaminé et al., 2004).

Tendo em conta o afastamento entre os dois alinhamentos quartzíticos, a expressão topográfica e morfologia, esta unidade pode ser dividida em compartimentos morfotectónicos

regionais (Chaminé et al., 2004), sendo a secção do vale do Rio Caima ao Rio Vouga abordada aqui devido à localização da área em estudo.

Verifica-se que neste sector o ramo oriental está melhor conservado, sendo que o ramo ocidental parece repetir-se num ramo único, desenvolvendo-se para sul de Ribeira de Fráguas. Existe assim um basculamento geral para Sul que é interrompido por falhas transversais NE-SW (Chaminé et al., 2004; Teixeira et al., 2006; 2007), aspeto que é realçado na cartografia de Severo Gonçalves (1974). Este sistema de falhas parece ser posterior à faixa de cisalhamento Porto-Tomar (Teixeira et al., 2006; 2007).

Como já referido anteriormente, o ramo ocidental apresenta um grau de deformação mais intenso, materializado pelo contacto mecânico com o substrato da ZOM, parecendo assim a expressão morfoestrutural estar relacionada com a proximidade face à faixa de cisalhamento principal, assumindo a direção N-S (Teixeira et al., 2006; 2007).

No reconhecimento de campo efetuado verificou-se que os quartzitos aflorantes mais a sul da área de estudo aparentam ter uma textura mais brechóide que os a Norte. Isso será também parcialmente corroborado pela presença de uma pedreira de britas se situar-se na zona sul dos mesmos, sendo necessário um estudo mais detalhado sobre esta secção, para se necessária a sua diferenciação.

Analisando a cartografia de Severo Gonçalves (1974) e de Aguado (1992), verifica-se que a litologia “Grauvaques e Xistos Grauvacóides”, não contactam em toda a sua extensão com estes quartzitos aqui abordados neste capítulo, tal como sugerido e ilustrado na cartografia mais recente de Pereira et al. (2006). O reconhecimento de campo parece corroborar as observações de Severo Gonçalves (1974) e de Aguado (1992), sendo que os “Grauvaques e Xistos Grauvacóides” dão lugar gradualmente, a uma litologia denominada pelo primeiro autor de “Filádios e Xistos Cloríticos”, contactando estes com a Unidade de Caldas de S. Jorge. Estes “Filádios e Xistos Cloríticos”, foram reclassificados parcialmente como Unidade do Carvoeiro (Chaminé, 2000), e são abordados no capítulo seguinte.

3.2.1.2 Unidade de Carvoeiro

A Unidade de Caldas de S. Jorge contacta em aparente continuidade estratigráfica com xistos de baixo grau metamórfico, sendo que estes xistos ardosíferos e/ou filitos apresentam, geralmente, cor acinzentada escura a negra, mas por vezes, podem apresentar tonalidade mais clara que é devida à ocorrência de finas intercalações siltíticas (Chaminé, 2000; Chaminé et al. 2004).

Existe a ocorrência de fósseis nesta unidade tal como realçado por Chaminé (2000), pela presença de *Orthis noctilio* Sh. na região de Mouquim-Gavião-Carvoeiro (pedreiras de Mouquim), o que sugere uma correlação desta unidade com a Formação de Valongo, devido ao conteúdo fossilífero e à presença quartzitos correlacionados com a mesma formação (Chaminé 2000, Chaminé et al. 2004).

Tendo em conta estes elementos paleontológicos e nas características litológicas admite-se, pois, a correlação entre os sectores do Anticlinal de Valongo (e do Buçaco) com o sector de Caldas de S. Jorge–Carvoeiro o que sugere uma idade Ordovícica Média (Landeiliano-Lanvirniano ou Oretaniana-Dobrotiviana) para a Unidade de Carvoeiro.

No seio dos xistos ardosíferos existem rochas metamórficas de alto grau formando o afloramento de um conjunto mais antigo, correspondente à unidade de Pindelo (ZOM), que se lhes sobrepõe tectonicamente.

De registar na região do Carvoeiro (antigas pedreiras de Carvoeiro) a ocorrência no seio de filonitos negros de nódulos, decimétricos a centimétricos, de galenite o que indicia uma circulação de fluidos ao longo da faixa de cisalhamento, provavelmente relacionados com o "Filão Metalífero das Beiras", pois já C. Ribeiro (1860) refere a existência de vários filões quartzosos mineralizados na região (Chaminé, 2000; Chaminé et al. 2004). De facto, o reconhecimento geológico da região permitiu encontrar filões quartzosos nesta unidade com mineralizações de pirite (Figura 3.7).

Os xistos da unidade de Carvoeiro compreendem uma extensão considerável de afloramentos que ocorrem entre os dois alinhamentos quartzíticos, tendo sido incluídos E. Pereira et al. (1980) — nos "Xistos das Beiras" ou "Complexo Xisto-Grauváquico". Porém vê-se que na caracterização dos mesmos nos trabalhos de Severo Gonçalves (1974) e de Aguado (1992), esta unidade é na verdade correspondente a uma litologia denominada de "Filádios e Xistos Cloríticos", se bem que os xistos cloríticos aflorantes descritos na verdade correspondem atualmente a uma parte da Unidade da Arada.

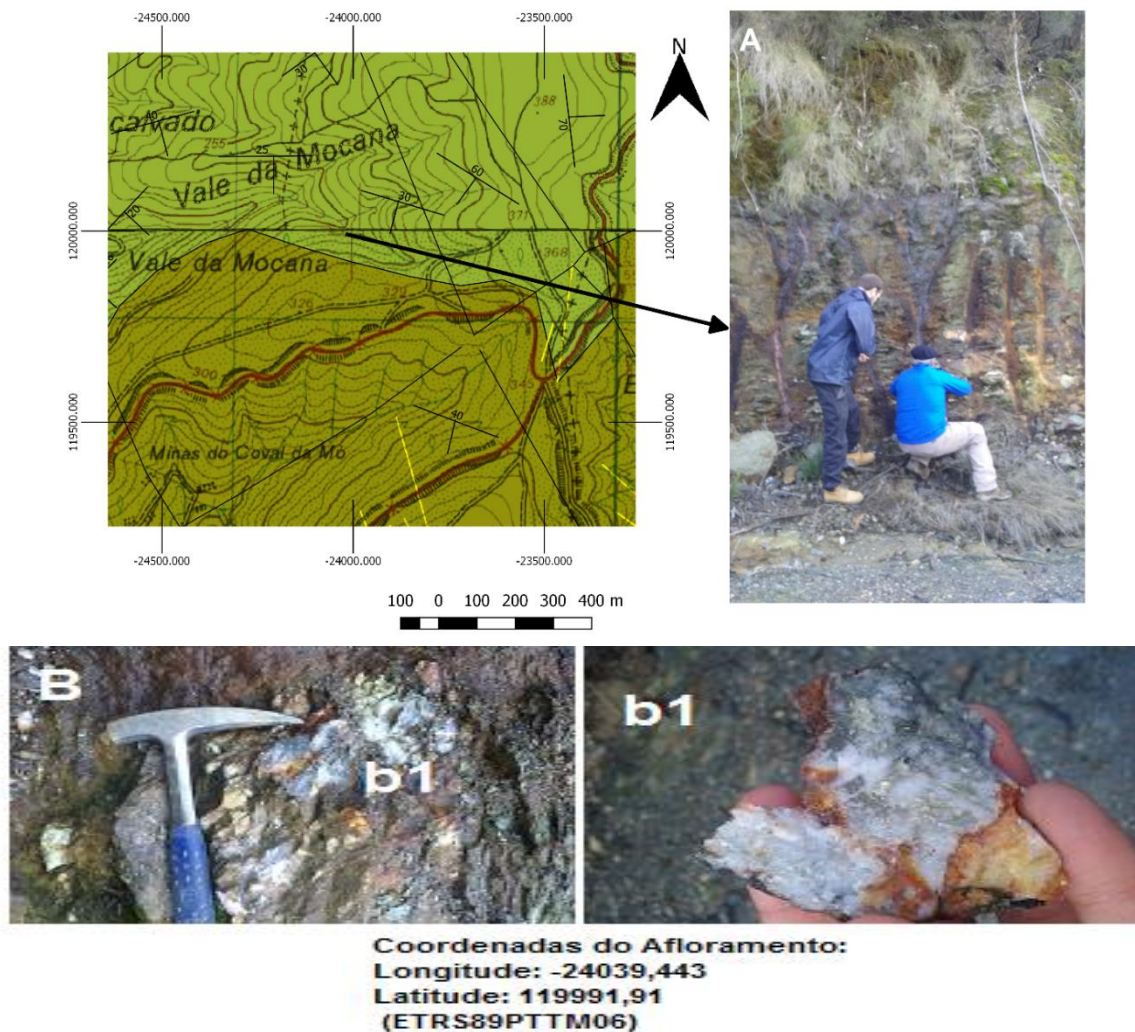


Figura 3.7 - (A) Afloramento de xistos ardósíferos com filões de quartzo (B), com bastante oxidação visível e pirite em (b1).

Como neste trabalho a cartografia usada foi a de Severo Gonçalves (1974), a interpretação no campo foi baseada nesse autor. Assim, verifica-se uma transição desta unidade denominada de “Filádios e Xistos Cloríticos” dos “Grauvaques e Xistos Grauvacóides”. De facto, esta transição é facilmente detetada na estrada de ligação entre Ribeira de Fráguas e Silva Escura, sendo visível grande deformação da unidade “Filádios e Xistos Cloríticos” (Figura 3.8).

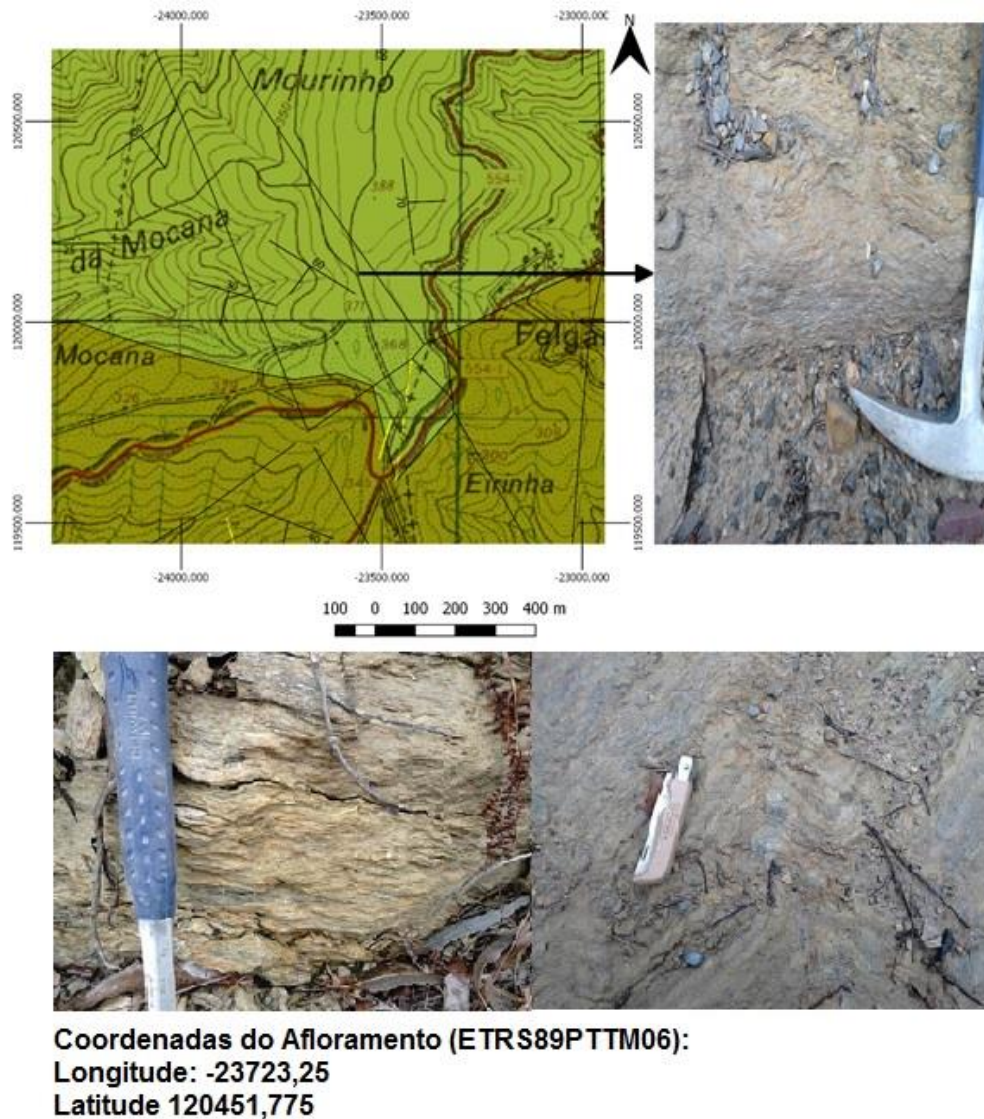


Figura 3.8 - Visível deformação da litologia denominada por Severo Gonçalves (1974) de Filádios.

Assim Severo Gonçalves (1974) e de Aguado (1992) ilustram nas suas cartografias uma diferenciação estrutural e litológica do CXG, sendo esta diferenciação abordada no capítulo seguinte, e com o reconhecimento geológico de campo, parece correta esta transição dos Grauvaques para Filádios, como sugerido por Severo Gonçalves (1974). Ainda o mesmo autor admitiu uma transição dos filádios para quartzofilitos a Este de Ribeira de Fráguas, passando pelo Gavião e até ao Rio Vouga, sendo também visível um elevado grau de alteração desta litologia na aproximação de níveis mais grauvacóides (Figura 3.9).

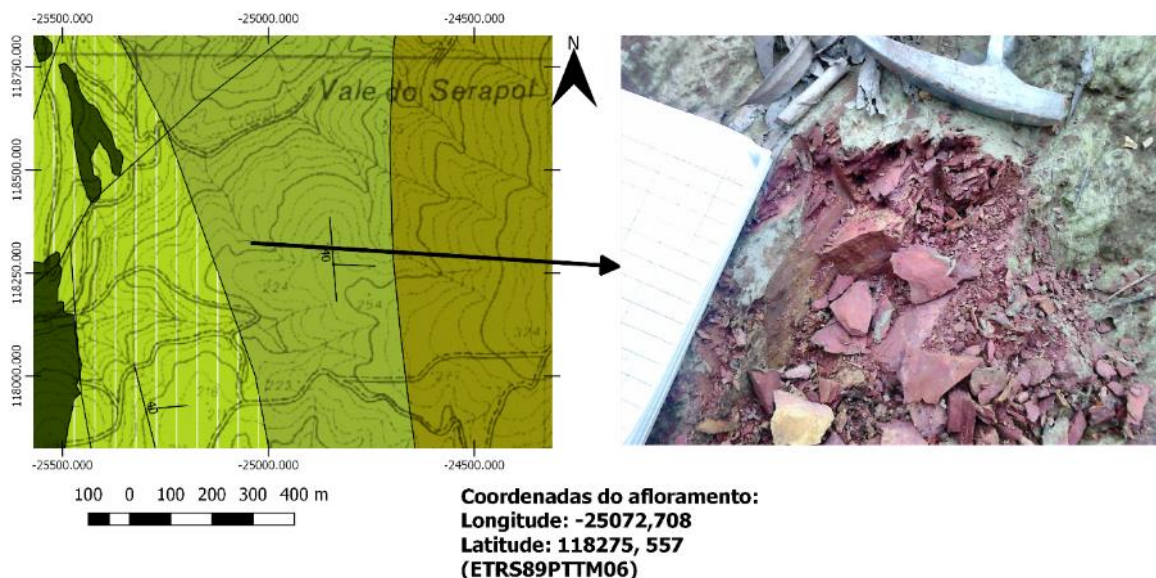


Figura 3.9 - Aumento do grau de alteração na aproximação de níveis mais grauvacóides.

O “Complexo Xisto-Grauváquico” (CXG), e, atualmente, redefinido como Supergrupo Dúrico-Beirão por Silva et al. (1987/1989) aflora exclusivamente no Autóctone da Zona Centro-Ibérica. Distribui-se por três sub-bacias correspondentes às sequências dos grupos das Beiras (Silva et al., 1988), do Douro (Sousa, 1982), e de Arda-Marofa (Silva et al., 1995). Esta sucessão depositou-se em condições ambientais diversas que proporcionaram a génese de turbiditos clássicos e turbiditos de ondas modificadas, além de depósitos de natureza continental, fluvial e/ou flúvio-marinha em locais restritos, durante um largo intervalo de tempo, isto é, durante a transição entre o Neoproterozóico e o Paleozóico (Silva, 2005).

3.2.2 SuperGrupo Dúrico-Beirão: Grupo das Beiras

O Grupo do Douro é caracterizado pelos afloramentos do Vale do Douro e Beira Alta, que se prolongam pela província de Salamanca (Espanha), e estão limitados a sul pelos afloramentos a SE de Tondela (Viseu), Manteigas e Sabugal, enquanto que o Grupo das Beiras (CXG_b) é constituído pela grande mancha da Beira Baixa e Beira Litoral que se estende até ao limite da ZCI/ZOM. (Chaminé 2000). Já Bernardo de Sousa (1982) refere que o limite entre estes dois grupos passaria pela Serra da Malcata e Viseu prolongando-se até próximo de Vale de Cambra.

O Grupo das Beiras, descrito por Silva et al. (1995) e Silva (2005) como intercalações centimétricas de filitos e metagrauvaques típicas de uma sequência turbidítica, considerando o Grupo das Beiras constituído apenas pelas formações de Malpica do Tejo (membros inferior, superior e indiferenciada) e de Rosmaninhal (fácies distal e proximal).

Esta sucessão aflora nos extremos SSW e WNW do autóctone da Zona centro-Ibérica, confinado à sutura contígua da Zona de Ossa-Morena (Silva, 2005),

Na área em estudo foram referenciadas bancadas conglomeráticas e quartzíticas. Os xistos e metagrauvaques, são de grão fino a médio, e têm matriz quartzo-micácea abundante constituída por clastos quartzo-feldspáticos e raros elementos líticos (Severo Gonçalves, 1974; E. Pereira et al., 1980; Aguado, 1992, Chaminé, 2000). As bancadas conglomeráticas são frequentes na região norte estudada e ausentes a sul (Aguado, 1992).

Gonçalves (1987) referiu que o metamorfismo desta unidade se encontra na fácies dos xistos verdes, na zona da clorite, onde Pereira et al. (1980) consideram que existe um paralelismo nas intrusões graníticas sincinemáticas e nas isógradas (clorite, biotite, andaluzite, estaurolite) e silimanite, moscovite, estando associadas à 2ª fase Hercínica, tendo o metamorfismo atingindo o seu pico antes da mesma.

É de realçar que na área em estudo o CXG. é descrito como Grupo das Beiras Indiferenciado (Severo Gonçalves, 1974; Pereira et al., 1980, 2006; Aguado, 1992; Chaminé, 2000; Ribeiro et al., 2013), e com o reconhecimento de campo que se efetuou, verificou-se a confirmação das direções de xistosidade predominantemente NW-SE tal como verificado na cartografia de Severo Gonçalves (1974) e do domínio 4 de Aguado (1992), permitindo também visualizar vários filões de quartzo com espessura centrimétrica a decimétrica com orientações NW-SE tal como verificado na cartografia de Severo Gonçalves (1974) (Figura 3.10).

Porém para a mesma região verificam-se quatro cartografias distintas que são em parte sobreponíveis, sendo que Severo Gonçalves (1974) dá maior ênfase à litoestratigrafia, e de Aguado (1992) à tectónica, sendo que ambos os autores assumem uma transição do CXG para uma unidade denominada “Filádios e Xistos Cloríticos”. Já Pereira et al. (1980) não efetua qualquer separação do CXG e na cartografia mais recente de Pereira et al. (2006), parte do CXG corresponde agora à Unidade do Carvoeiro (relacionável com a Unidade de Valongo).

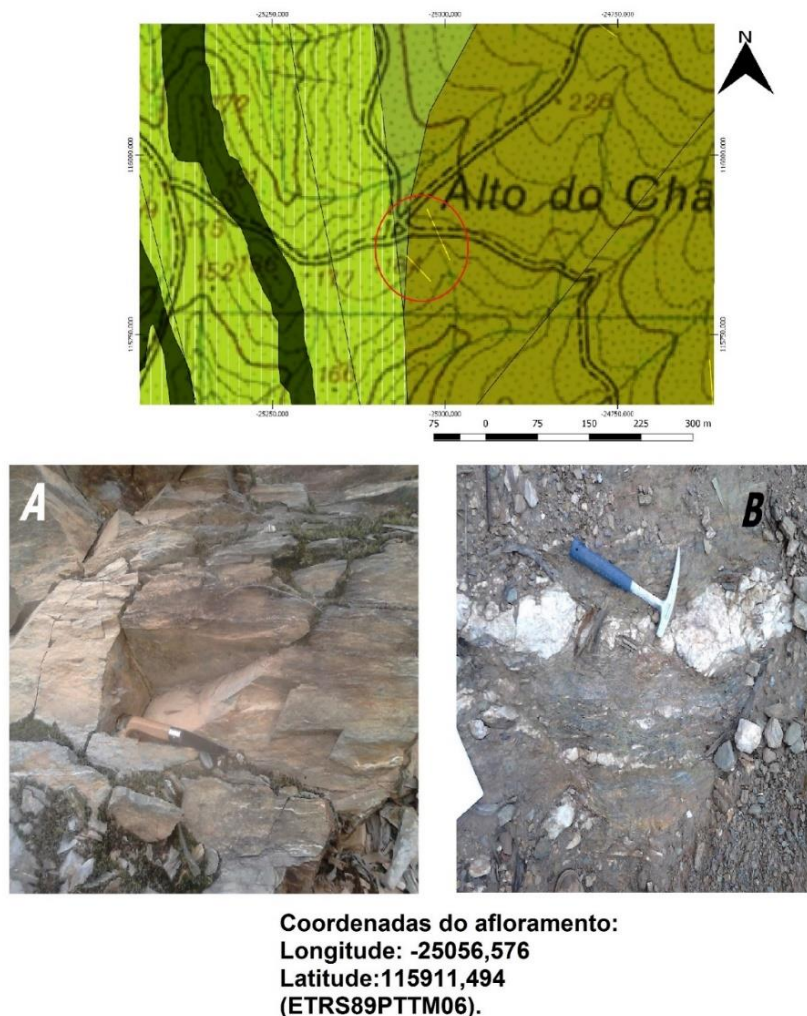


Figura 3.10 - Típico aspeto do CXG aflorante na área em estudo (A), intersectado por filões de quartzo estéril (B) apresentando o mesmo uma orientação N150°.

A separação do CXG proposta por Severo Gonçalves (1974) e Aguado (1992) é baseada numa divisão litológica e estrutural, estando este último critério associado a uma inflexão das trajetórias da xistosidade e o alinhamento das explorações minerais abandonadas desde do Braçal-Malhada, Coval da Mó, Telhadela-Palhal, sendo assim o limite uma linha N-S a oeste do Complexo Mineiro do Braçal e inflete acompanhando a xistosidade E-W sub-horinzotal (Figura 3.1) (Almeida, 1993). A compartimentação do CXG na área em estudo foi assim descrita por Almeida (1993) como a seguinte:

- i. Compartimento Central BGM (baixo grau metamórfico) com deformação geral: Mais a Norte, apresentando uma deformação generalizada: filitos, xistos cloríticos, com finas intercalações grauvacóides e quartzitos interestratificados, onde Severo Gonçalves (1974) descreve estas litologias como dobradas isoclinalmente para nascente;

- ii. Deformação fundamentalmente S_1 : encontrando-se esta mais a sul e descrita como grauvaques e xistos grauvacóides, apresentando filões de quartzo estéreis.

O Compartimento Central BGM, sabe-se agora que é correspondente parcialmente à Unidade de Carvoeiro, verificando-se correta já a distinção da mesma no CXG na cartografia de Severo Gonçalves (1974).

Já no grupo com deformação fundamental S_1 , tendo conta a proximidade e as orientações predominantes na xistosidade desta litologia, poderá assumir-se um prolongamento da Unidade I de Medina (1996) até à zona em que se localiza a área deste estudo, porém esta área requer estudos sedimentológicos e estratigráficos para confirmação da prolongação desta Unidade I, sendo de realçar que as orientações deste Grupo das Beiras Indiferenciado apresentam direções NNW-SSE perto da Zona Cisalhamento Porto-Tomar como verificado na cartografia de Severo Gonçalves (1974). A Unidade I de Medina (1996) é caracterizada por um predomínio pelítico no qual existem, principalmente na metade inferior, conjuntos de estratos arenosos (metarenitos) de espessura decamétrica e extensão lateral quilométrica, intercalados nos metapelitos (metasiltitos e metargilitos), sendo que parte desta formação pertence à Formação de Póvoa (Silva, 2005). As condições de sedimentação desta sucessão teriam ocorrido em bacias marginais do tipo “pull-apart”, muito subsidentes e controladas pela tectónica, eustatismo e vulcanismo tal como parece ter ocorrido entre a serra do Caramulo e Arganil (Medina, 1996; Silva, 2005).

A atribuição de uma idade precisa ao CXG é controversa, visto que a diversidade de idades avançada pelos diferentes autores é grande. Contudo, genericamente, é-lhe atribuída uma idade ante-ordovícica onde na área em estudo Pereira et al. (1980) sugerem uma idade Câmbrica.

Como já referido anteriormente e com o reconhecimento geológico efetuado foi possível verificar que os relevos quartzíticos que marcam geomorfologicamente o flanco leste da estrutura regional de Carvoeiro–Caldas de S. Jorge não contactam sempre diretamente e tectonicamente, com os níveis grauvacóides da série metassedimentar do CXGB da ZCI, tal como proposto por Chaminé (2000) e na cartografia mais recente de Pereira et al. (2006). Existem zonas em que o contacto é efetuado com os “Filádios e Xistos Cloríticos” descrito na cartografia de Severo Gonçalves (1974) e Aguado (1992), que foram em sua grande extensão reclassificados como os xistos ardosíferos da Unidade do Carvoeiro.

3.1.3 Granitóides da Região

As formações metassedimentares da área em estudo contactam maioritariamente com rochas plutónicas e podem-se distinguir dois grupos principais em relação aos diferentes períodos da orogenia Hercínica como granitóides precoces e/ou Ante-Hercínicos, e corpos sintectónicos a D₃ devido à sua proximidade, sendo este corpos alvo de maior descrição por Severo Gonçalves (1974), Pereira et al. (1980), Aguado (1992).

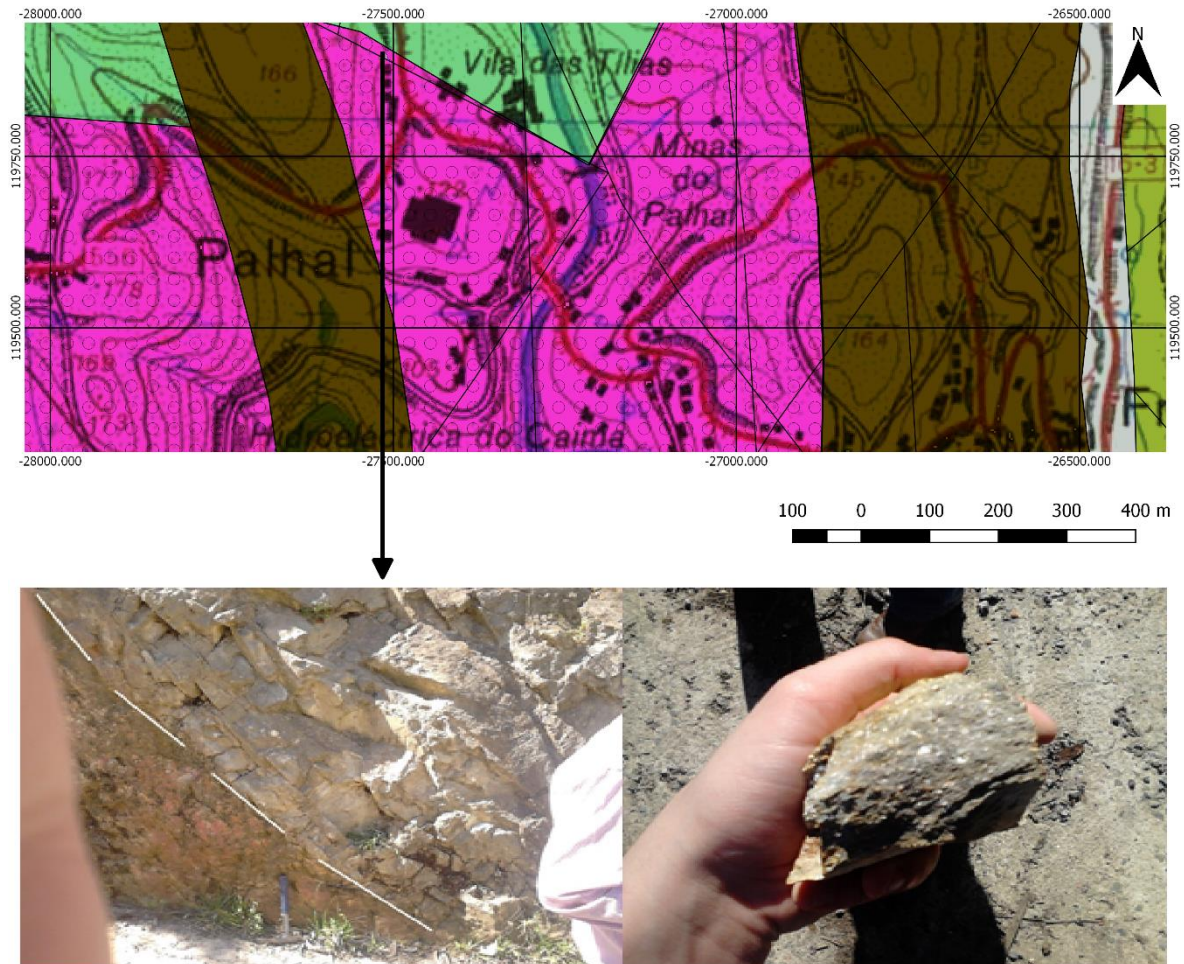
3.1.3.1 Granitóides precoces e/ou ante-hercínicos

As principais manchas dos granitóides precoces e/ou ante-hercínicos observadas no sector Espinho–Albergaria-a-Velha são formadas por vários complexos de rochas granitóides constituídos fundamentalmente por granitos gnaíssicos, por ortognaisses e por gnaisses-migmatíticos, de orientação variável de N-S a NW-SE, e ocupando o núcleo de uma sinforma cujo eixo se orienta na direção NW-SE (Chaminé, 2000).

A Oeste da área em estudo os granitóides dispõem-se espacialmente ao longo da denominada "Faixa Blastomilonítica de Oliveira de Azeméis" (Ribeiro et al., 1979) e foi-lhes mesmo atribuída a designação de "Complexo granítico da faixa blastomilonítica de Oliveira de Azeméis" (Pereira et al. 1981; 2006).

O maciço granítico de Macinhata de Seixa (Oliveira de Azeméis) - Vila Chã localizado no seio da unidade de S. João-de-Ver consiste em granitos e granodioritos gnaíssicos onde se realça a presença de dobras, relativamente abertas, com eixos mergulhantes 30 a 35° Sul, sendo que noutras áreas do mesmo complexo granítico ocorrem dobras isoclinais, apertadas, concordantes com a foliação dos micaxistos envolventes (Pereira et al., 1980). Descritos por Severo Gonçalves (1974; 1984) e Pereira et al. (1980) como corpos granitóides Hercínico-precoces sendo constituídos por granitos e granodioritos gnaíssicos de grão médio com duas micas, essencialmente moscovíticos, com poucos cristais de feldspato, localizados fundamentalmente na zona da silimanite. É de realçar que esta litologia foi parcialmente integrada como a secção basal da Unidade de S. João-de-Ver na cartografia de Chaminé (2000) e Pereira et al., (2005), descrita como metapórfiros granitoides. A sul, verifica-se um aumento das zonas de blastese feldspática, existindo a ocorrência de inclusões de micaxisto com estruturas oceladas e por fim uma passagem gradual para gnaisses ocelados (Pereira et al., 1980), que alternam inicialmente com filões granitóides e, depois, com micaxistos granatíferos (Severo Gonçalves, 1984).

Na campanha realizada foi encontrado um afloramento granodiorítico gnáissico com aspeto de corneanas, atravessado por uma falha com preenchimento argiloso com orientação N75°E, provavelmente relacionada com a orogenia Alpina (Figura 3.11).



Coordenadas do Afloramento:

Longitude: -27514,407

Latitude: 119894,273

(ETRS89PTTM06)

Figura 3.11 - Afloramento granodiorítico gnáissico com aspeto de corneanas, atravessado por uma falha com preenchimento argiloso com orientação N75°E.

Estreitamente relacionados com o maciço de Oliveira de Azeméis, e a norte da área em estudo existem também corpos granitóides Hercínico-Precoses de gnaisses albitico-moscovíticos com diferentes graus de blastese, sendo esse um dos critérios usado para os distinguir bem como a presença de estruturas oceladas ou dobradas (Severo Gonçalves, 1974; Pereira et al., 1980). Estes ortognaisses revelam-se semelhantes a filões albitico-

moscovíticos que cortam os granitos e granodioritos gnaíssicos do maciço granítico de Oliveira de Azeméis (Severo Gonçalves, 1984).

Entre Oliveira de Azeméis e Vale Maior (Albergaria-a-Velha) existem gnaisses de grão fino e metapórfiros com forte deformação (Figura 3.12), de origem Hercínica-precoce (Severo Gonçalves, 1974; E. Pereira et al., 1980).

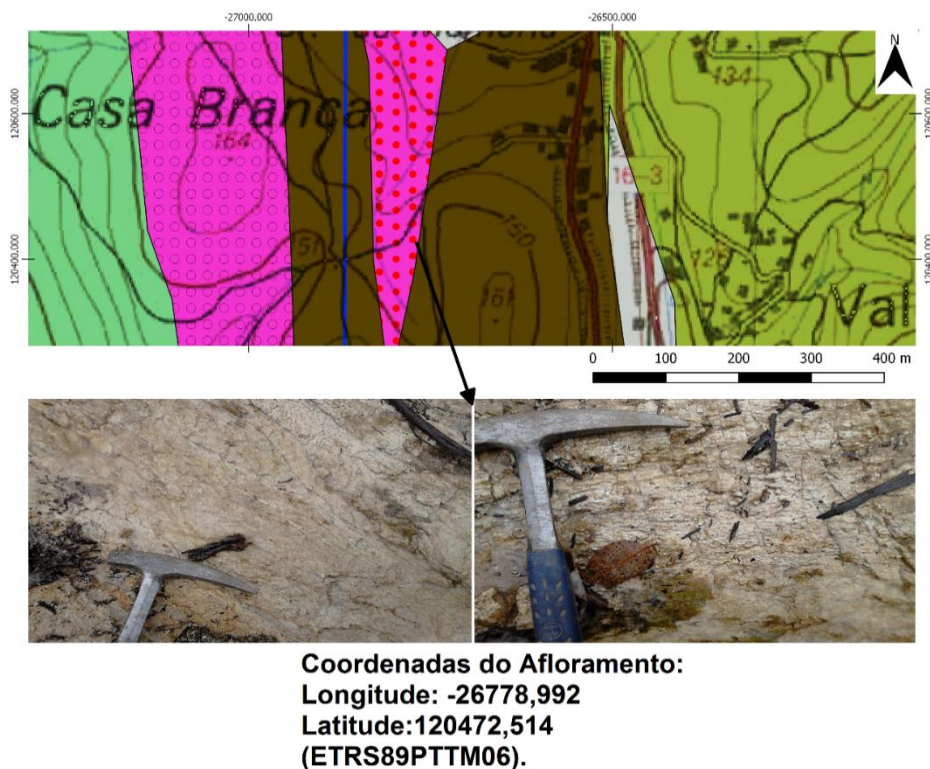


Figura 3.12 – Afloramento de gnaisses de grão fino.

Já Chaminé (2000), designou esta litologia como metapórfiros blastomiloníticos, visto que se localizam ao longo de zonas de cisalhamento, encontrando-se em consequência transformados em rochas de natureza gnaíssica e mesmo em blastomilonitos. Afloram como corpos isolados, longitudinalmente distendidos, com contactos nítidos com os micaxistos granatíferos encaixantes e são, geralmente, concordantes com estes. Assinalaram-se também nestes blastomilonitos rochas típicas de extrema deformação, ou seja, gnaisses recortados por pseudotaquilitos e corredores estreitos de ultramilonitos (Chaminé et al. 1996b).

No caso de corpos granitóides Ante-Hercínicos, Severo Gonçalves (1974) sugeriu uma idade Cadomiana para estes corpos, verificando-se a existência de quartzo-dioritos e ortognaisses, gnaisses biotíticos de carácter granodiorítico, de grão médio a fino, com blastese de plagioclase, ou com poucos e pequenos blastos de plagioclase, e ainda

gnaisse biotíticos de grão fino com domínios de forte recristalização e carácter corneânico, podendo esta estrutura ser maciça ou orientada, sendo também esta nomenclatura usada na cartografia de Pereira et al. (1980; 2005), nas duas últimas litologias descritas. Estes gnaisse granodioríticos são interpretados como “desenraizados” de níveis estruturais inferiores por movimentação vertical ao longo da falhas N-S (Gonçalves, 1987).

Já a Este da área de estudo, os micaxistos, também denominados por Unidade de S. João-de-Ver, contactam com quartzo-dioritos de origem Hercínica Precoce, de grão fino, com foliação incipiente e inclusões biotíticas deformadas e contactam também com granodioritos gnáissicos de grão médio a fino, com blastese de feldspato sendo apontado para estes uma origem Ante-Hercínica, talvez Cadomiana (Severo Gonçalves, 1974).

As associações minerais mais comuns são o quartzo, a plagioclase, a biotite, a moscovite, e a microclina pertítica; os principais minerais acessórios são o zircão, a apatite, a clorite, a fibrolite, a esfena e óxidos de ferro (Chaminé, 2000).

3.1.3.2 Granitóides sin-tectónicos relativamente a D3

No sector Espinho–Albergaria-a-Velha os granitóides sin-tectónicos estão instalados próximo ao limite da faixa de cisalhamento da ZOM/ZCI e segundo o eixo da antiforma de Oliveira de Azeméis–Santa Maria da Feira. A maioria destes granitóides incluem-se, na classificação de Ferreira et al., (1987), no grupo dos "granitos sin-orogénicos de duas micas" e são sin a tardi-fase D3 varisca.

No geral, formam na região maciços compósitos que ocupam os núcleos de antiformas da fase D3 Varisca intimamente relacionados com o metamorfismo regional na fácies dos Xistos Verdes (Gonçalves, 1987) e com o desenvolvimento de megacisalhamentos dúcteis. São granitos de duas micas, com tendência alcalina e foliados, diferenciados entre si pela sua granulometria (de grão fino a grosseiro) e pelo grau de deformação. Exibem normalmente deformação expressa por uma foliação contemporânea da fase D3 Varisca (Chaminé, 2000).

Os granitos sin-tectónicos da região são constituídos, do ponto de vista petrográfico, pela seguinte associação mineralógica essencial: plagioclase (albite-oligoclase), microclina pertítica, quartzo, biotite e moscovite, e acessoriamente por clorite, fibrolite, zircão, apatite, esfena, rútilo e óxidos de ferro (Chaminé, 2000).

3.3. Enquadramento Mineiro

As mineralizações existentes na zona encontram-se relacionadas com o “Grande filão Metalífero das Beiras” (C. Ribeiro, 1861), sendo esta nomenclatura usada para designar um conjunto de mineralizações que ocorrem numa orientação geral N-S, com cerca de 10 km de largura, de aproximadamente S. João da Madeira até Coimbra.

Porém, não se trata na verdade de um filão, mas sim de vários, a maioria dos quais com orientações diferentes da do alongamento da faixa, sendo que as mineralizações mostram uma indiferença total em relação ao tipo de rocha encaixante (Chaminé, 2000), quer em rochas graníticas, quer em xistosas e até em quartzitos, havendo filões que atravessam estas litologias sem qualquer alteração (Hespanha de Oliveira, 1987). A faixa metalífera situa-se assim entre os alinhamentos tectónicos de Oliveira de Azeméis-Albergaria-a-Velha (Maciço de Oliveira de Azeméis) e Vale de Cambra-Senhorinha-Paradela (Gnaisses Albitico-Moscovíticos do mesmo maciço), sendo que os filões de quartzo que suportam as mineralizações parecem relacionar-se com o maciço de Oliveira de Azeméis, enquadrando-se geograficamente no interior das ocorrências ocidentais e orientais dos granitoides, e tipicamente no interior da faixa “blastomilonítica” (Gonçalves, 1987).

Assim Chaminé (2000) concluiu que a reativação da zona de cisalhamento Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo no sector entre Albergaria-a-Velha e Porto, prosseguiu após as fases dúcteis da orogenia Varisca, havendo uma sobreposição de estruturas frágeis geradas no fim da orogenia, possivelmente relacionadas com os processos de bombagem sísmica subjacentes ao desenvolvimento dos filões hidrotermais que são o suporte das mineralizações da região Braçal-Talhada.

3.3.1 Complexo Mineiro Braçal-Malhada

Incluem-se assim na área em estudo as minas do Braçal, Malhada, Coval da Mó, Palhal. Nas minas do Palhal e Braçal-Malhada efetuava-se com maior intensidade a exploração de galena, sendo o complexo mineiro Braçal-Malhada de elevada importância durante a 1ª Guerra Mundial, como uma das mais importantes minas de chumbo da Europa. Porém o complexo abrandou a sua exploração no fim da 1ª Guerra Mundial, recuperando e explorando a maior profundidade após a 2ª Guerra Mundial até aos anos 70 (Almeida, 1993).

A primeira concessão na mina do Braçal data de 1836, sendo a mais antiga concessão no território Português, encontrando-se registada com o número 1. O jazigo foi

descoberto através dos afloramentos que se desenhavam na margem esquerda do Rio Mau, e por algumas amostras de galena encontradas no seu leito (Braz Martins, 2011). O complexo mineiro Braçal-Malhada foi alvo de intensa descrição por Almeida (1993), onde descreveu a história e ciclos das minas, recolhendo dados dos “Serviços de Fomento Mineiro” de autores como Carlos Ribeiro (1857), Schiappa d’Azevedo (1858), M. Corrêa de Mello (1900), Gregório Rôlla (1909). Não sendo estes dados consultados para a realização deste trabalho, irá se ter em conta a interpretação de Almeida (1993), visto ser fundamental neste trabalho a descrição deste complexo mineiro.

Assim, Almeida (1993) descreve os relatórios iniciais da existência de dois campos de exploração (Braçal e Malhada), sendo que entre 1900-1917 a Companhia Mineira e Metalúrgica do Braçal efetuou explorações a W do Braçal, situando a poente do marco geodésico Redondo, e ligou os trabalhos de Coval da Mó aos da Malhada.

Verifica-se que o filão não é uma estrutura contínua, mas sim constituído por fragmentos de rocha encaixante aglutinados por um cimento argilo-ferruginoso com pirite, calcite e galena, em que a rocha encaixante está muito fraturada, estando o quartzo brechificado e de menor importância quanto às relações genéticas com o minério. Como já descrito a mineralização é muito irregular, mesmo que quando inserida ao longo de falhas ou fraturas principais, muda frequentemente de orientação E-W para NW-SE e também na inclinação de N para S. Nestes acidentes tectónicos confluem “betas ou vénulas” que provavelmente correspondem a fraturas distensivas ou cisalhamentos conjugados que estão mineralizados. Em termos de possança também não apresenta regularidade, variando de 6 a 7 metros, para logo desaparecer como no caso do prolongamento do filão do Braçal para Oeste, onde a argila passa a ser o único constituinte.

Verifica-se assim, na estrutura dos jazigos, que as fraturas principais muitas vezes se dividem em ramos paralelos que voltam a juntar-se. As evidências levam a supor uma relação entre o filão e um acidente tectónico, cujo rejeito poderá ter colocado em contacto dois blocos com propriedades físicas distintas que apesar da heterogeneidade de estruturas verificada no sector nascente da mina próximo do ramo blastomilonítico, parece que a poente a deformação será mais simples, dando origem a estruturas com comprimentos apreciáveis, que podem estar todavia controladas por várias fases de deformação (Almeida, 1993).

Assim tendo em conta a interpretação e análise de Almeida (1993), Gonçalves (1987), Hespanha de Oliveira (1987), foi possível georreferenciar os diferentes filões explorados no complexo mineiro, sendo exibidos na figura 3.13. É de realçar, como descrito

por Almeida (1993), que as minas do Braçal e do Coval da Mó, poderiam estar relacionadas devido a ambas apresentarem filões com direções NW-SE, inclinando para sul (galerias de cotas inferiores situam-se a sul das cotas superiores) e o minério irregular em rocha encaixante “branda e de fácil desmonte”.

Porém a exploração a Oeste do Braçal não veio a encontrar os dois filões Braçal e Lourenço, sendo as extrapolações de estruturas lineares a longas distâncias dificilmente encontradas neste contexto mineiro.

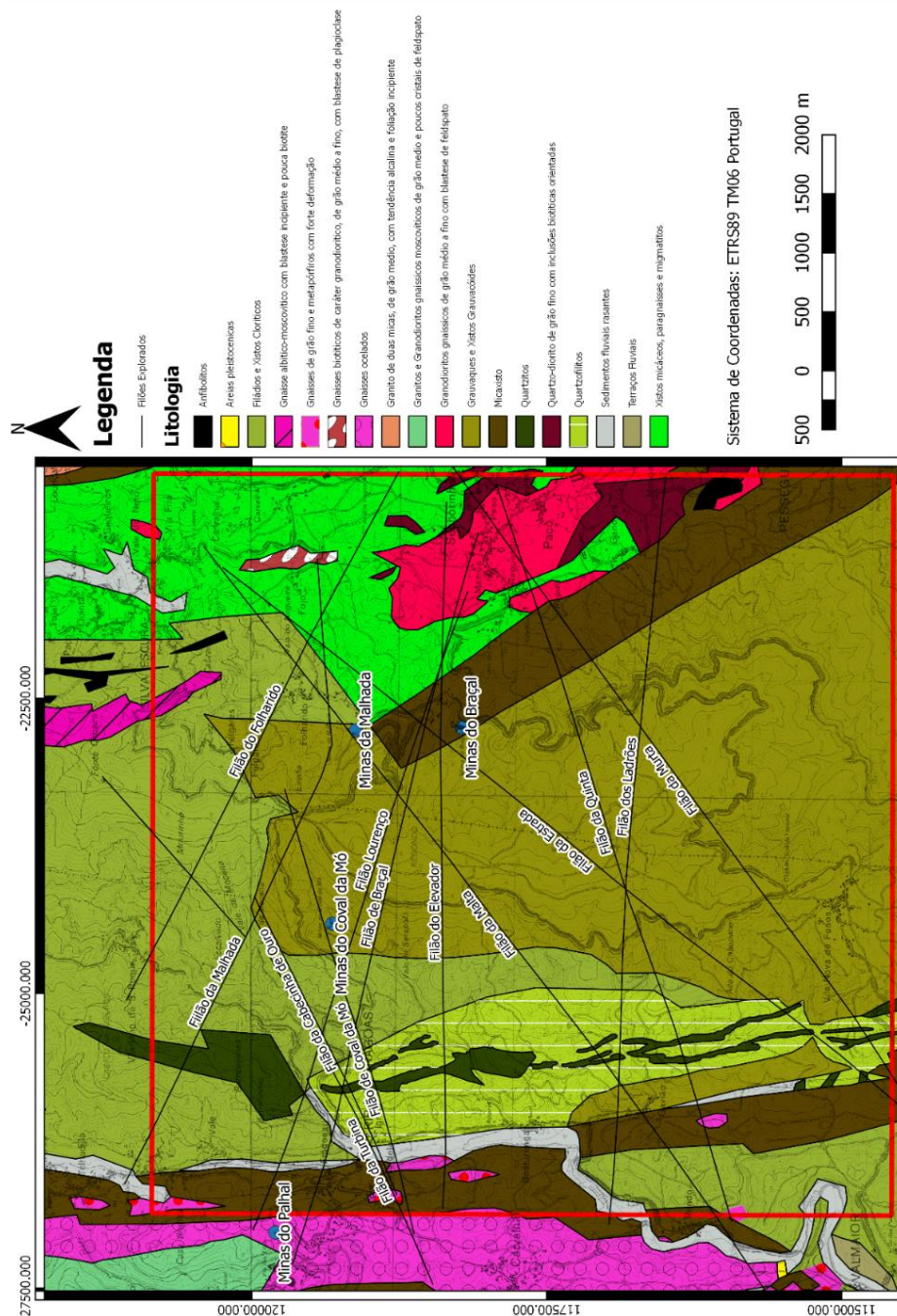


Figura 3.13 – Localização dos vários filões explorados nas diferentes minas

A mineralização existente é classificada como sendo do tipo Cu-Pb-Zn com Au e Ag associados, sendo que os dois últimos são subprodutos pouco significativos (Gonçalves, 1987). A associação mineral presente é bastante simples e consiste em galena, esfalerite, pirite, calcopirite, marcassite, dolomite, quartzo, siderite, ankerite, calcite e minerais de alteração supergénica como a anglesite. A galena, por vezes argentífera, era o principal mineral explorado nestes jazigos. A dolomite, principal mineral da ganga, é contemporânea da galena na fase principal de mineralização (Marques de Sá & Noronha, 2012). Outra ganga frequente é a quartzosa, quartzo-carbonatada e quartzo-barítica (Hespanha de Oliveira, 1987). Existem também relatos que na Mina do Palhal se efetuava a exploração em pequena quantidade de níquel e cobalto.

Estas associações minerais são de baixa temperatura, onde a fase principal de mineralização ocorreu então num intervalo de temperaturas que varia entre aproximadamente 250° C a 100° C. (Marques de Sá & Noronha, 2012).

Este jazigo estudado apresenta assim semelhanças com outros jazigos hidrotermais filonianos de Pb-Zn como em Freiberg, na Alemanha, ou Coeur d'Aléne, nos E.U.A. (Marques de Sá & Noronha, 2012).

As mineralizações ocorrem assim em fraturas de origem Pós-Hercínica, e até com estilo Alpino, ocorrendo por vezes em fraturas do tipo Hercínico. Terão neste caso sido preenchidas por quartzo estéril quartzosos com alinhamentos preferenciais, nomeadamente, com a foliação regional principal (NW-SE) ou com fraturas de direção N-S a NE-SW. Depois de brechificadas foram cimentadas pelas mineralizações (Hespanha de Oliveira, 1987). Tendo assim em conta a grande complexidade estrutural e litológica da área, Hespanha de Oliveira & Gonçalves (1987) realçaram as fraturas de possível interesse mineiro na área, sendo que a maior probabilidade de mineralização estará na interseção destas falhas:

- a) N-S a N15°W, falhas de desligamento, enquadradas a nível regional, sendo a caixa de esmagamento por vezes preenchida com material argiloso;
- b) N60°W a N80°W, denominadas por fracturação “Riedel”;
- c) N45°E a N60°E, consistindo em falhas nos planos axiais provenientes do tramo central dos sigmóides;
- d) N40°W a N60°W, falhas oriundas de sigmóides.

Capítulo 4: **Prospeção Geofísica**

A prospeção geofísica é uma ferramenta preciosa na detecção de depósitos minerais, sendo o seu uso bastante comum mundialmente. Tem como intenção o mapeamento de um jazigo antes e mesmo durante a exploração do mesmo, com o intuito de reduzir as sondagens mecânicas necessárias e fornecer indicações, embora indiretas sobre a estrutura e condutivímetro.

No caso de estudo, efetuaram-se vários perfis de indução eletromagnética com recurso ao condutivímetro EM34 e perfis de magnetometria com uso do magnetómetro de prótons, sendo exposto aqui neste capítulo uma breve introdução aos métodos, modelação exposição e discussão de resultados.

4.1 Prospeção EletroMagnética

O uso de métodos eletromagnéticos em exploração mineira tem vindo a aumentar ao longo dos anos. O objetivo deste método é de detetar variações espaciais na condutividade elétrica, com a produção e interpretação de pseudo-seções, demonstrando as variações da condutividade (Dentith & Mudge, 2014).

A prospeção geofísica com o uso de métodos eletromagnéticos é que a apresenta uma maior variedade no número de técnicas de aplicação devido às diferentes formas de geração ou detecção de campos eletromagnéticos.

No caso de métodos de indução eletromagnética, estes tem vindo a ter sucesso em estudos hidrogeológicos e mesmo na diferenciação litoestratigráfica.

Ferreira (1992), efetuou uma classificação dos diferentes métodos eletromagnéticos, tendo em conta a variação do campo eletromagnético ao longo do tempo, havendo os métodos transientes e harmónicos, sendo estes últimos abordados com maior detalhe, devido ao uso dos mesmos.

O uso dos métodos harmónicos, também conhecidos como “Domínio de Frequência” ou FDEM (*Frequency Domain ElectroMagnetics*), apresenta diversos equipamentos, porém interessa-nos os métodos que medem a amplitude e a fase, ou apenas a amplitude do campo magnético secundário relativamente a um campo de referência, como o condutivímetro EM34. Este equipamento foi o usado na campanha de prospeção, porém para a prospeção de corpos filonianos o mesmo não é muito usado.

A condutividade medida no terreno é um parâmetro dependente das características geológicas. É, no entanto, de realçar que existem sempre fontes de ruído, quer naturais, quer antrópicas que se deve ter em conta no processamento dos dados (Ferreira, 1992).

Os sistemas FDEM foram desenvolvidos antes dos sistemas TDEM (*Time Domain Electromagnetics*), mas devido à maior dificuldade na sua utilização na deteção de corpos condutores no seio do maciço rochoso e menor profundidade de investigação, foram quase por completo substituídos por sistemas TDEM na prospeção mineral. O uso assim de métodos FDEM é mais vulgar em estudos pouco profundos de engenharia, arqueologia e hidrogeologia, sendo campanhas aerotransportados dos mesmos usados por vezes em exploração mineral na deteção de corpos condutores como kimberlitos e em métodos magnetotelúricos (Dentith & Mudge, 2014).

4.1.1 Princípios da Indução Eletromagnética

Os métodos eletromagnéticos de indução com domínio de frequência, baseiam-se na criação de um campo eletromagnético primário, sendo isto obtido através da passagem de uma corrente elétrica alterna em uma bobine emissora (Figura 4.1).

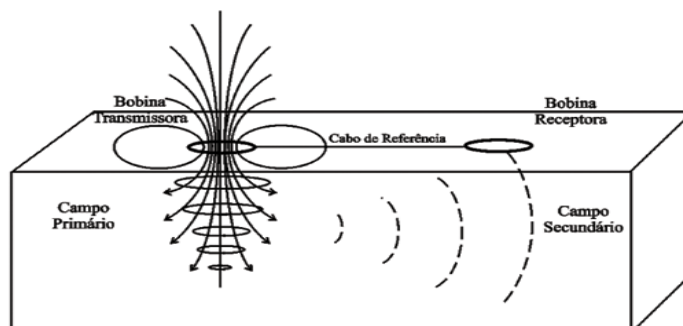


Figura 4.1 – Passagem de uma corrente elétrica alterna em uma bobine emissora, com a criação de um campo magnético primário, e posteriormente um secundário na interação com o terreno, retirado de (Moreira et al., 2007).

O campo magnético variável com o tempo, gerado pela corrente alterna na bobine transmissora, induz correntes muito pequenas no terreno, assumido como homogêneo. Essas correntes geram um campo magnético secundário (H_s) que, juntamente com o campo primário (H_p), é detetado pela bobine receptora (Ferreira, 1992; Moreira et al., 2007). As diferenças de intensidade, direção e fase entre os campos eletromagnético primário e secundário podem revelar a presença de corpos condutores (McNeill, 1980).

Geralmente o campo secundário é uma função complexa da distância entre bobinas (s), frequência de operação (f) e condutividade (σ) do meio. Entretanto McNeill (1980), aproveitando-se de uma característica bem conhecida do semi-espço homogêneo (*Skin*

depth), concluiu que quando se opera dentro de uma faixa de Baixos Números de Indução (*Low Induction Numbers*), em que o produto ($\omega\sigma s^2$) é menor do que 1000 (Pinéo, 2005), a equação abaixo pode ser empregada, sendo que essas condições são incorporadas nos projetos dos equipamentos EM31 e EM34-3, para os quais o campo magnético secundário pode ser expresso por:

$$\frac{H_s}{H_p} \cong \frac{i\omega\mu_0 s^2 \sigma}{4} \quad (4.1)$$

sendo:

H_s , o campo magnético secundário na bobine recetora;

H_p , o campo magnético primário na bobine recetora;

$\omega = 2\pi f$, sendo f a frequência em Hz;

μ_0 , a permeabilidade do espaço livre;

σ , a condutividade do terreno em mho/m;

s , distância entre as bobinas

$i = \sqrt{-1}$.

Determinada a razão entre o campo magnético secundário e o primário (H_s/H_p) e partindo da equação 4.1, pode-se definir a condutividade aparente (σ_a), sendo esta indicada pelo instrumento, por meio da seguinte equação:

$$\sigma_a = \frac{4}{\omega\mu_0 s^2} \left(\frac{H_s}{H_p} \right) \quad (4.2)$$

4.1.2 Instrumentação EM34

O condutímetro EM34-XL, fabricado pela empresa Geonics Ltd., Canadá, é operado por duas pessoas, possuindo um transmissor (Tx), um recetor (Rx), duas bobines (uma recetora e outra transmissora), conectadas com um cabo de referência entre si com distâncias variáveis (10, 20 ou 40 metros) (Figura 4.2).

O espaçamento entre as bobinas é medido eletronicamente, de tal modo que o operador do recetor simplesmente lê um medidor e cuidadosamente ajusta a distância entre as bobines para o espaçamento correto, altura em que num outro mostrador pode ler e anotar a condutividade do ponto de registo, que neste caso será o local da bobine transmissora. Em condições ideais de topografia e vegetação a medida dura aproximadamente 20 segundos (Ferreira, 1992).

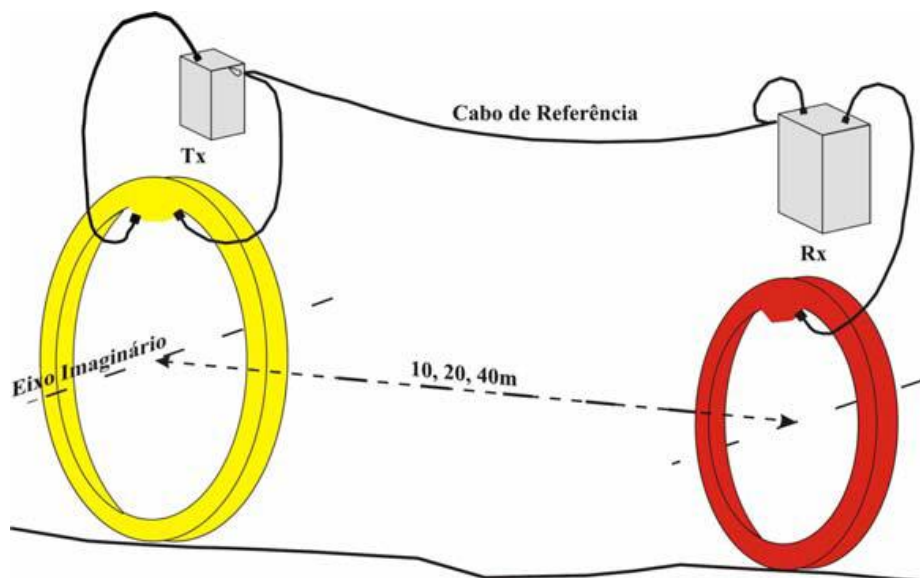


Figura 4.2 - A amarelo a bobine transmissora e a vermelho a bobine recetora, modo dipolo horizontal (DH), retirado de (Pinéo, 2005).

O uso do condutímetro EM34 em prospeção geofísica consiste na possibilidade de execução de leituras de condutividade aparente do terreno para diversas profundidades. As principais vantagens desta técnica geofísica resultam em rapidez e baixo custo, sendo de realçar as seguintes (McNeill, 1980; Ferreira, 1992; Moreira et al., 2007):

- Facilidade de aquisição de dados, não sendo necessário a cravação de elétrodos;
- Número reduzido de operadores, sendo somente necessários 2 sem treino específico;
- Realização de leituras em diversas profundidades, somente ditada pela configuração geométrica e espaçamento entre bobines;
- Versatilidade do equipamento em campo;
- Possibilidade de varredura de grandes áreas num curto espaço de tempo

A principal desvantagem desta técnica é a interação do campo eletromagnético gerado pelo equipamento, com estruturas metálicas, fios de alta tensão e outras estruturas. Esta interação resultada em valores de condutividade aparente muito superiores aos valores reais. Desta forma, esta técnica pode ter o uso limitado em centros urbanos (McNeill, 1980; Ferreira, 1992; Moreira et al., 2007). Também é de realçar o custo do equipamento comparado com os de corrente contínua, e a capacidade limitada de efetuar sondagens verticais devido ao decaimento do campo magnético (Ferreira, 1992).

O equipamento é calibrado para efetuar as leituras da condutividade do terreno em miliSiemens por metro (mS/m) equivalente a mmho/m. Para converter essas leituras em

valores correspondentes de resistividade (ohm-metros) deve-se simplesmente usar a seguinte fórmula:

$$1 \text{ ohm.m} = \frac{1000}{1 \text{ mmho/m}}$$

4.1.3 Resposta instrumental em função da Profundidade

Em condições ideais de operação, ou seja, em terrenos homogêneos ou horizontalmente estratificados, o fluxo de corrente gerado pelo condutímetro é considerado como sendo totalmente horizontal, sendo a profundidade de investigação apenas limitada pelo espaçamento e disposição geométrica das bobines, como visto na tabela 4.1 (Ferreira, 1992; McNeill, 1980).

A profundidade de penetração é entendida como sendo a profundidade realmente obtida num levantamento deste tipo, e é diretamente condicionada pelo meio. Em condições ideais de operação, a profundidade de penetração será igual à profundidade de investigação do equipamento (Pinéo, 2005).

Tabela 4.1- Profundidade de investigação teórica do EM34 para as diferentes configurações possíveis retirado de (Pinéo, 2005).

Espaçamento entre Bobines (m)	Frequência (Hz)	Profundidade de Investigação Teórica (m)	
		Dipolo Horizontal	Dipolo Vertical
10	6400	7,5	15
20	1600	15	30
40	400	30	60

Nos dispositivos elétricos de corrente contínua a componente vertical de fluxo de corrente é bastante significativa, porém com o uso de corrente alterna em terrenos estratificados, verifica-se que as anisotropias não afetam as medições de condutividade à superfície (Ferreira, 1992).

Assim, é possível a determinação da contribuição do campo magnético secundário de uma qualquer camada (Dz), localizada a uma profundidade (z). Usando as funções 4.3 e 4.4, é possível obter as curvas de resposta para as diferentes configurações geométricas (Figura 4.3).

$$\phi_H(z) = 2 - \frac{4z}{(4z^2+1)^{\frac{1}{2}}} \quad (4.3)$$

$$\phi_V(z) = \frac{4z}{(4z^2+1)^{3/2}} \quad (4.4)$$

sendo $Z = \frac{\text{Profundidade}}{\text{Espaçamento entre Bobinas (s)}}$

Analisando a figura 4.3 verifica-se que na configuração do dipolo vertical (DV) a função $\phi_V(z)$ (eq. 4.4), demonstra que o material localizado a uma profundidade de 0,4s apresenta uma maior contribuição e na profundidade de 1,5s a contribuição para o campo magnético secundário ainda pode ser considerada significativa. É importante realçar que, para esta configuração, mudanças de condutividade próximas à superfície são impercetíveis pelo EM34, tendo em vista que a contribuição é insignificante. Já no dipolo horizontal (DH) a função $\phi_H(z)$ (eq. 4.3) tem uma resposta diferente, na qual pode-se observar que materiais próximos à superfície contribuem para o campo magnético secundário de maneira expressiva e que com o aumento da profundidade esta contribuição diminui uniformemente.

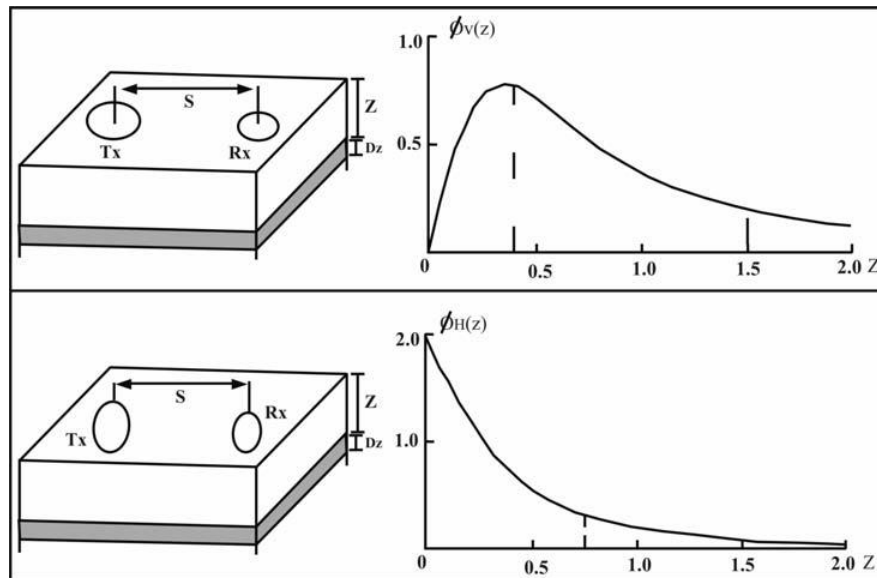


Figura 4.3 - Curvas de resposta para as diferentes configurações geométrica, retirado de (Pinéo, 2005) , adaptado de McNeill (1980).

É de realçar, porém, que a relação entre a condutividade indicada pelo instrumento e a condutividade real não é linearmente proporcional para terrenos com altos valores de condutividade, sendo a situação mais crítica a do dipolo vertical.

Desta forma analisando a figura 4.4, quando a condutividade do terreno é superior a 700 mS/m, a condutividade indicada para o dipolo vertical tende a zero, podendo chegar a valores negativos (McNeill, 1980; Ferreira, 1992).

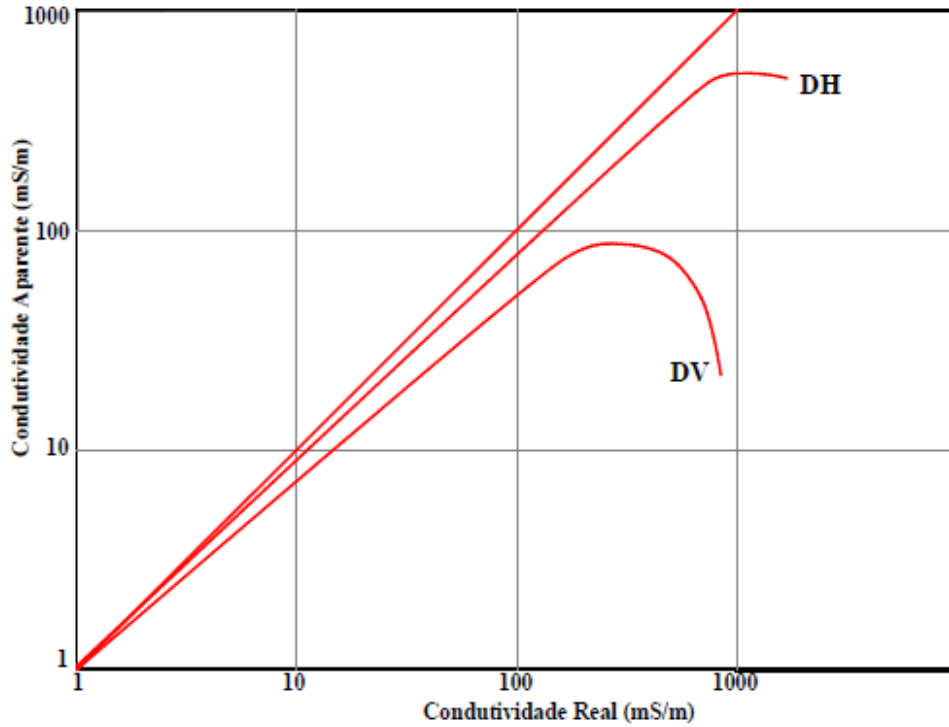


Figura 4.4 – Relação entre a condutividade real e aparente, tendo em conta as diferentes configurações geométricas, retirado de (Pinéo, 2005) , adaptado de McNeill (1980).

4.1.4 Resposta de um Meio Estratificado

A necessidade da análise e estudo de terrenos multicamadas levou à criação das funções $R_V(z)$ e $R_H(z)$, que traduzem a condutividade aparente de todo material situado abaixo de uma profundidade z , sendo representados pelos seguintes integrais (McNeill, 1980):

$$R_V(z) = \int_z^{\infty} \phi_V(z) dz \quad (4.5)$$

$$R_H(z) = \int_z^{\infty} \phi_H(z) dz \quad (4.6)$$

As equações descrevem a resposta cumulativa para o dipolo vertical e horizontal respetivamente, sendo deduzidas através das seguintes equações (eq. 4.7 e 4.8) e graficamente representadas na figura 4.5:

$$R_V(z) = \frac{1}{(4z^2 + 1)^{\frac{1}{2}}} \quad (4.7)$$

$$R_H(z) = (4z^2 + 1)^{\frac{1}{2}} - 2z \quad (4.8)$$

Através da interpretação da figura 4.5 é possível deduzir que na configuração de dipolo vertical, todo o material situado abaixo de uma profundidade $2s$, produz uma contribuição relativa de aproximadamente 25%, para o campo magnético secundário detetado. É de realçar que a profundidade de investigação é aproximadamente dupla da obtida com o dipolo horizontal (McNeill 1980, Ferreira, 1992).

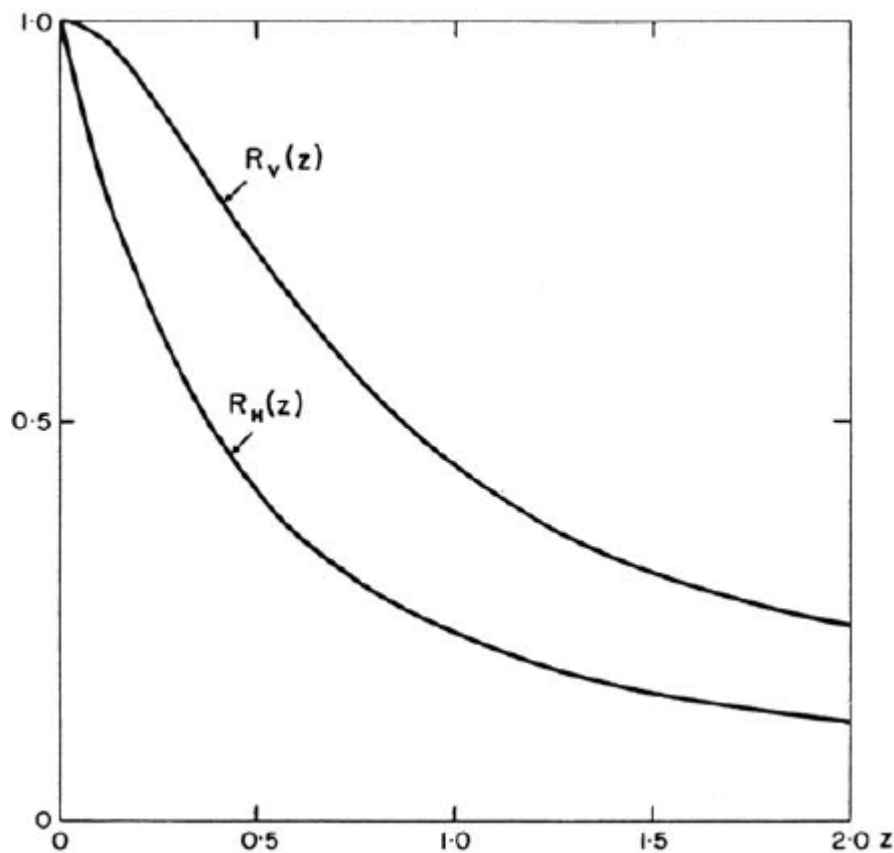


Figura 4.5 – Resolução gráfica das equações resposta cumulativa para o dipolo vertical e horizontal, retirado de McNeill (1980).

Assim, com base em valores de condutividade obtidos é possível calcular-se as espessuras e a condutividade real de todas as camadas do terreno.

McNeill (1980) e Ferreira (1992) apresentam resoluções de exemplos de meios constituídos por duas, três ou mais camadas, em que as espessuras e condutividades são conhecidas, sendo possível calcular a contribuição de cada camada para a leitura apresentada pelo condutímetro. Tal procedimento é possível se adicionarmos a

contribuição independente de cada camada, sendo esta condicionada pela sua profundidade e condutividade, sendo aqui ilustrado um modelo para três camadas:

- A contribuição da primeira camada na leitura é dada por:

$$\sigma_{a1} = \sigma_1 [1 - R_{(z1)}] \quad (4.9)$$

- A contribuição da segunda camada na leitura é dada por:

$$\sigma_{a2} = \sigma_2 [R_{(z1)} - R_{(z2)}] \quad (4.10)$$

- A contribuição da terceira camada na leitura é dada por:

$$\sigma_{a3} = \sigma_3 R_{(z3)} \quad (4.11)$$

Assim a leitura medida será:

$$\sigma_a = \sigma_1 [1 - R_{(z1)}] + \sigma_2 [R_{(z1)} - R_{(z2)}] + \sigma_3 R_{(z3)} \quad (4.12)$$

Em caso de existência de mais camadas o procedimento será, em tudo, análogo. Este procedimento facilita a preparação e planeamento da prospeção que se pretenda executar, podendo estimar as propriedades elétricas das diferentes camadas (Ferreira, 1992). No exemplo da Figura 4.6, a resolução é feita da seguinte maneira:

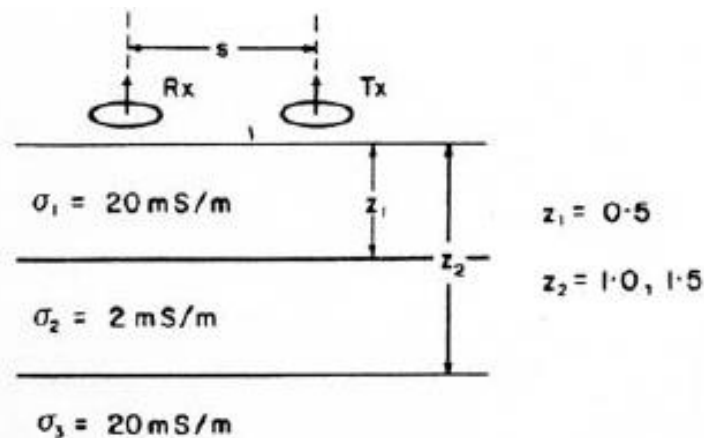


Figura 4.6 – Modelo de três camadas, com diferentes condutividades nas diferentes camadas, e diferentes profundidades em z_2 retirado de McNeill (1980).

Usando a equação 4.12:

Para $z_2 = 1.0$:

$$\sigma_a = 20[1 - 0.70] + 2[0.70 - 0.44] + 20 \times 0.44 = 15.3 \text{ mmhom/m}$$

Para $z_2 = 1.5$:

$$\sigma_a = 20[1 - 0.70] + 2[0.70 - 0.32] + 20 \times 0.32 = 13.2 \text{ mmhom/m}$$

4.1.5 Representação e Interpretação da Campanha Eletromagnética

Neste caso de estudo usou-se, como já referido anteriormente, o condutivímetro EM-34, efetuando duas medidas em cada local com diferentes posições de dipolo, sendo assim, uma medida foi efetuada com as bobines operadas com os seus planos na vertical (modo de dipolo horizontal) sendo que nessa posição as medidas são relativamente insensíveis ao desalinhamento das bobines. Outra medida foi efetuada com as duas bobines no modo de dipolo vertical, obtendo-se uma maior profundidade de exploração, porém um maior cuidado deve ser tomado em relação ao alinhamento entre as mesmas (McNeill, 1980).

O espaçamento usado nesta campanha foi o de 40 metros. Os trabalhos de prospeção com essa distância são normalmente afetados pelo ruído, porém nos perfis efetuados não havia ocupação antrópica significativa, sendo este fator minimizado. No entanto, verificou-se que no uso dos dipolos horizontais, aquando situações de grande diferença de cotas entre as bobines transmissora e recetora, não era possível efetuar as medições devido à instabilidade na leitura.

Efetuaram-se assim 337 medições (Anexo 6), sempre que possível na direção, E-W, porém em alguns casos era impossível manter esse rumo devido à densidade da vegetação ou inexistência de caminhos de acesso (Figura 4.7).

Assim, com o uso do software Surfer (Golden Software), foi possível criar mapas de condutividade para as diferentes disposições do dispositivo, que foram posteriormente usados em SIG para tentar estabelecer relações com a litologia ou tectónica regional.

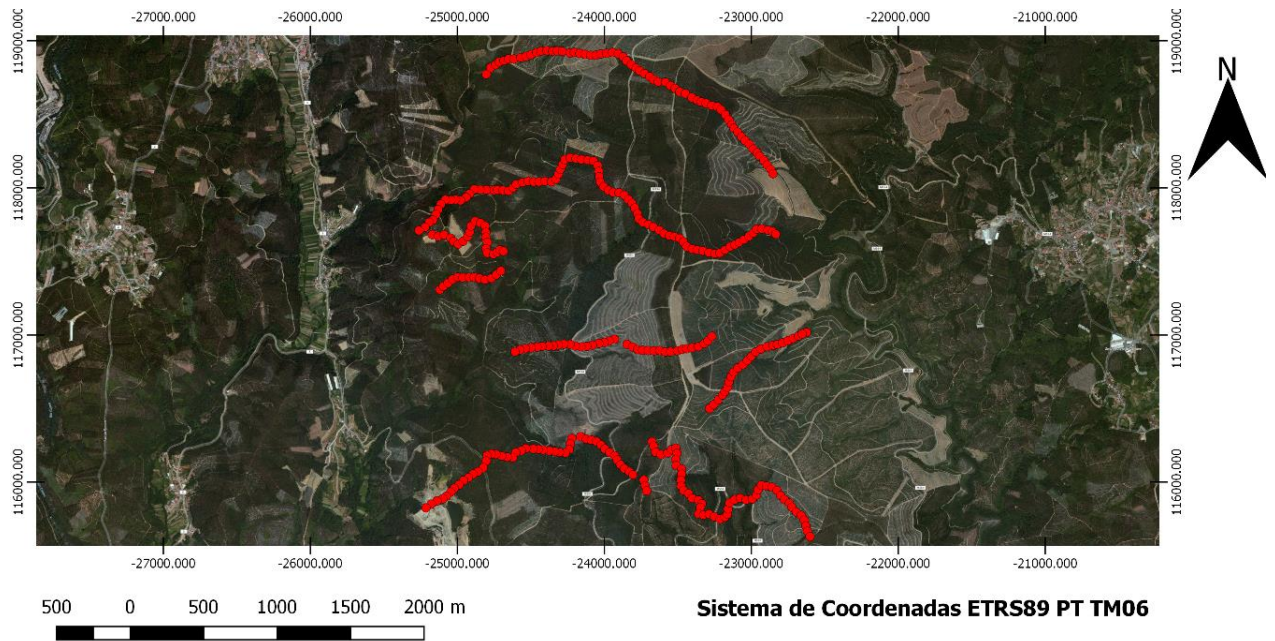


Figura 4.7 – Localização dos Perfis efetuados na campanha de EM-34.

Devido à semelhança dos mapas (Figura 4.8 e 4.9) com as diferentes configurações do dispositivo ambos os mapas irão ser analisados em simultâneo, apesar de cada configuração corresponder a diferentes profundidades.

Verificou-se que em grande parte da área para ambas as configurações os estratos a Este e Sul do marco geodésico do Redondo, apresentam condutividades bastante baixas de entre 5 a 10 mS/m. Já a SW do marco geodésico do Redondo, é onde se verifica a anomalia detetada nesta campanha, chegando mesmo a apresentar 80mS/metro.

É de notar que comparando as duas configurações, verifica-se um ligeiro aumento em amplitude da anomalia em profundidade, já que a obtida na configuração horizontal (dipolo vertical), apresenta um tamanho ligeiramente maior bem como a continuação para Sul da anomalia principal.

No âmbito de tentar perceber a causa desta anomalia analisou-se a mesma com mais detalhe na configuração horizontal (Dipolo Vertical), sendo que interpretação não difere à outra configuração elaborada neste trabalho, devido à semelhança das mesmas, como já referido anteriormente e analisado nas figuras 4.8 e 4.9.

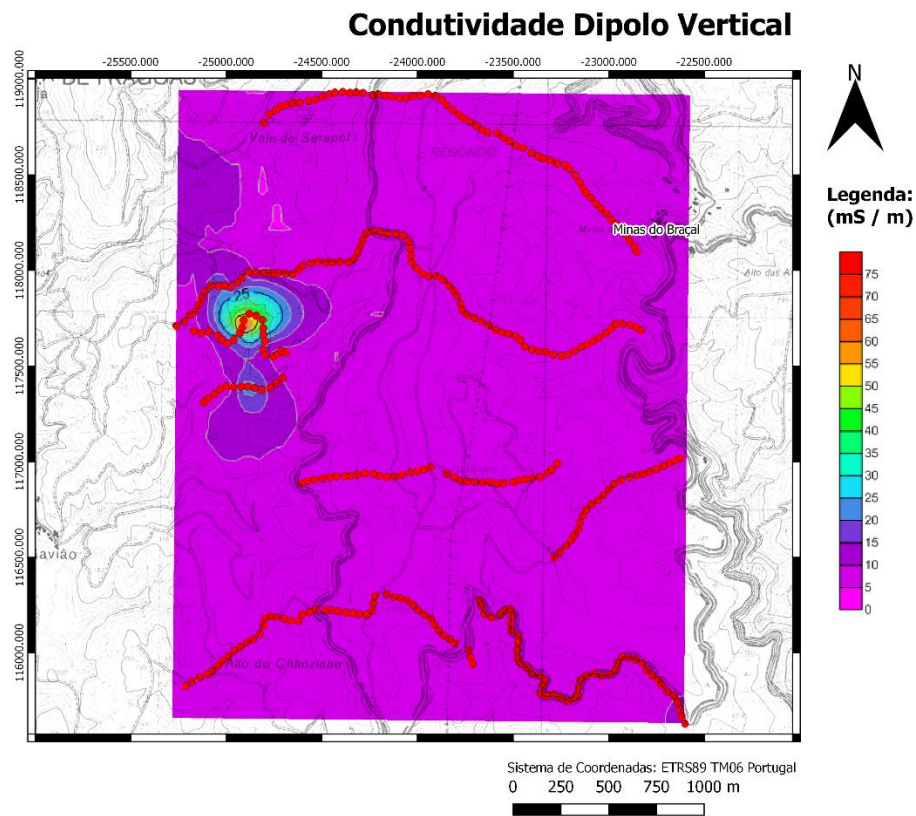


Figura 4.8 – Mapa da condutividade elétrica na configuração horizontal (Dipolo Vertical).

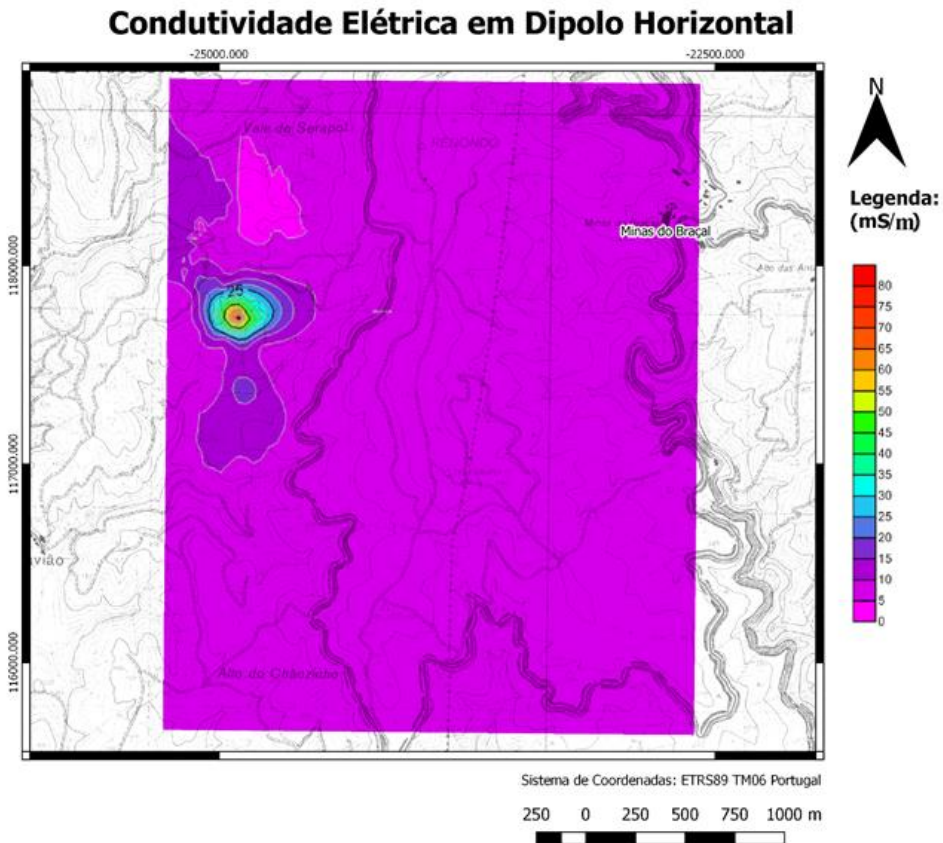


Figura 4.9 – Mapa da condutividade elétrica na configuração vertical (Dipolo Horizontal).

Assim, tentou-se encontrar alguma relação da anomalia com a tectónica cartografada do terreno, que como se sabe, podem não ser só locais de maior circulação de fluídos mineralizantes, mas também de grande infiltração de água, aumentando a oxidação em profundidade e consequentemente a condutividade, devido à dissolução de vários elementos na água. Analisando então a figura 4.10A, procurava-se encontrar estruturas N-S ou E-W que explicassem a anomalia, porém não se encontraram estruturas tectónicas cartografadas com essa direção, só mais a sul da mesma com uma direção NE-SW.

No entanto, encontrou-se um filão mineralizado anteriormente explorado que intersecciona a anomalia, Filão da Malta (Figura 4.10B). Se a anomalia se deve ao mesmo explicaria o porquê de a mesma aumentar ligeiramente em profundidade, já que a profundidade de investigação, ainda que diminuta em termos de comparação com a exploração efetuada, estaria um pouco mais próxima da profundidade do filão. Porém, é de realçar, que a anomalia não segue a direção do filão NE-SW. Relacionou-se também, a anomalia com a litologia local (Figura 4.11).

Consegue-se observar que a anomalia se encontra entre o contacto do CXG e das cristas quartzíticas, mais concretamente, na zona cartografada de “Filádios e Xistos Cloríticos”, contactando diretamente com os “quartzofilitos”. Porém vê-se que a anomalia não se prolonga ao longo deste contacto, não sendo a diferença litológica causadora desta anomalia. Por fim, é de realçar que a forte relação da anomalia detetada nesta campanha, com a de detetada numa campanha TDEM, usando o método de Turam, efetuado por Rocha Gomes entre 1946 a 1948, onde ambos os métodos detetaram a mesma direção da anomalia e maior intensidade no mesmo local (Figura 4.12).

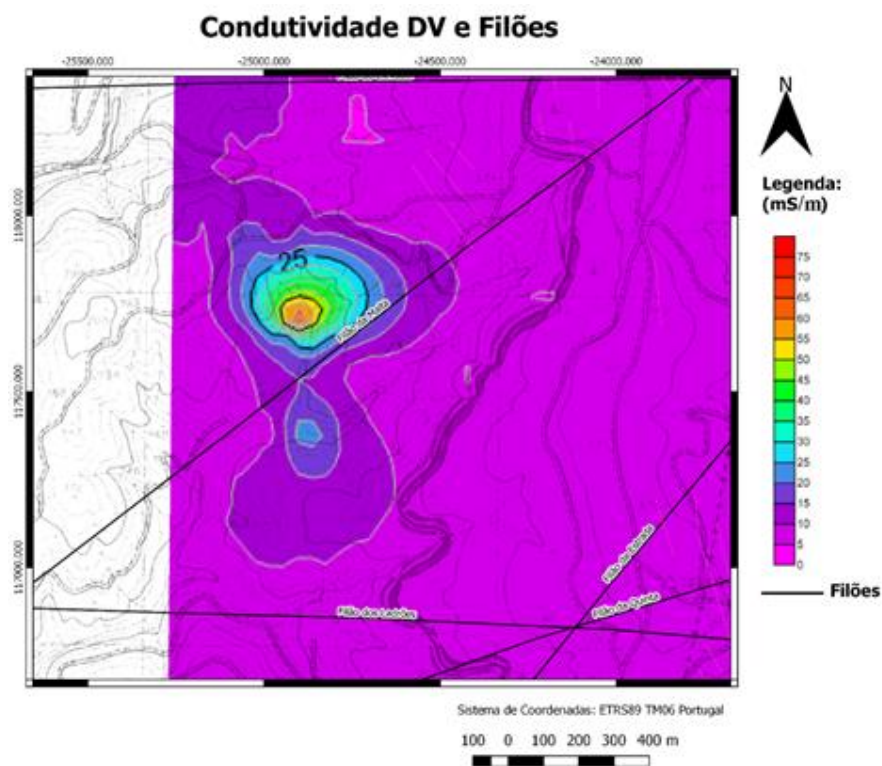
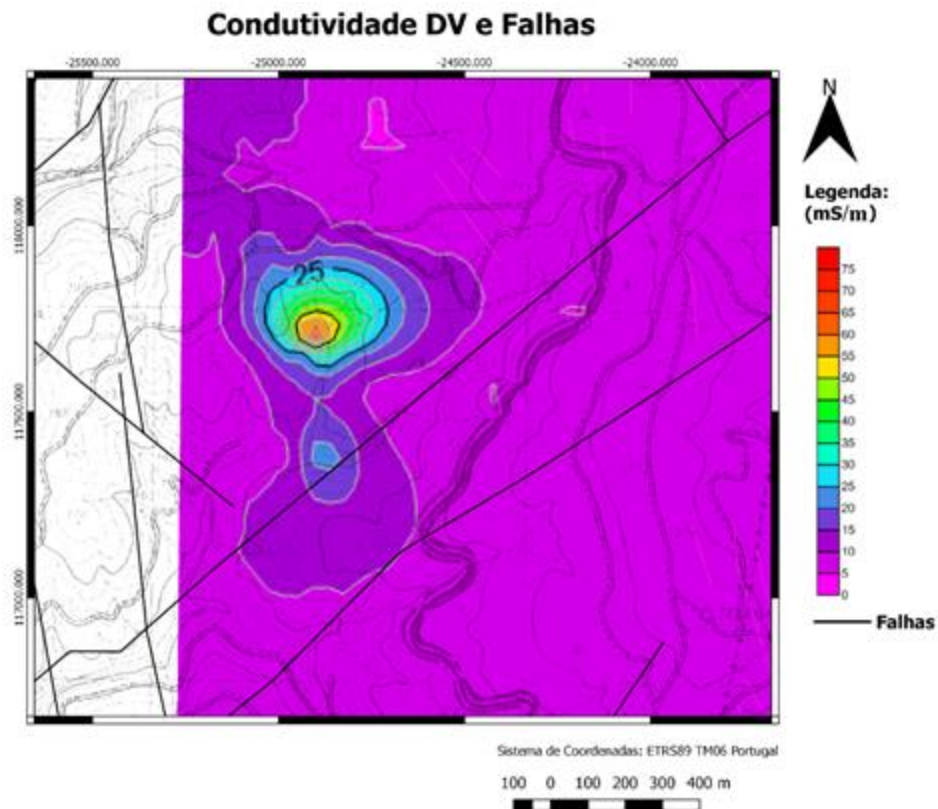


Figura 4.10 – (A) Mapa da condutividade elétrica na configuração horizontal (Dipolo Vertical), e relação com a tectónica; (B) Mapa da condutividade elétrica na configuração horizontal (Dipolo Vertical) e relação com filões.

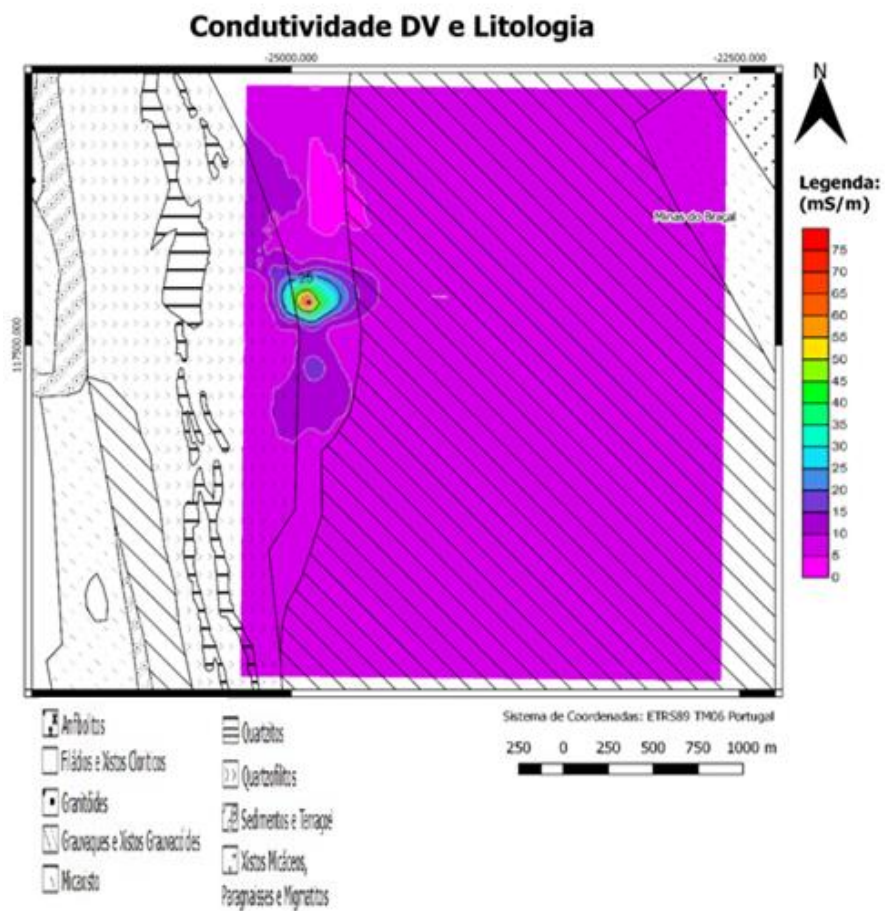


Figura 4.11 – Condutividade em dipolo Vertical e Litologia.
Correlação entre EM34 e Método de Turam

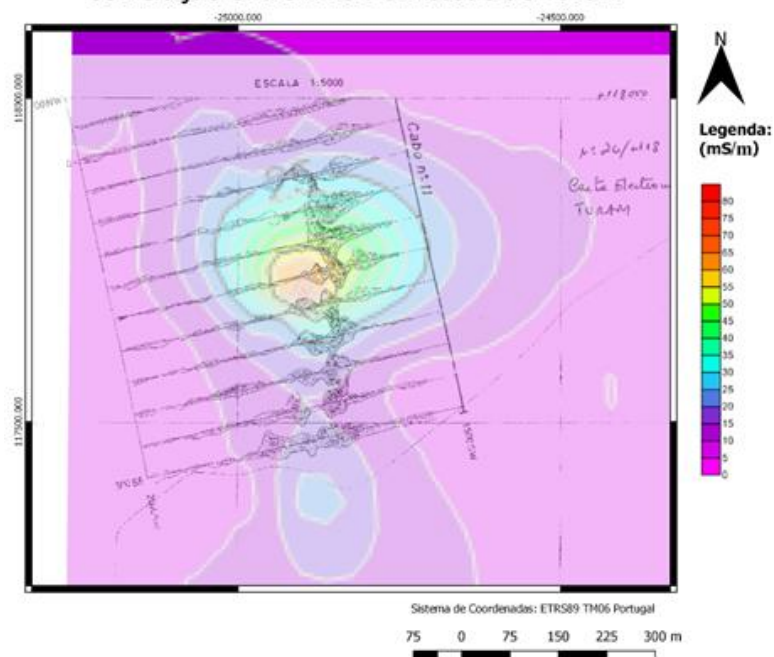


Figura 4.12 – Relação entre anomalia detetada nesta campanha e os resultados da campanha realizada por Rocha Gomes de 1946 a 1948 usando o método de Turam.

4.2 Prospeção Magnética

4.2.1 Princípios Teóricos do Magnetismo

De acordo com a lei de Coulomb, pode definir-se a força F entre dois polos magnéticos de intensidade m_1 e m_2 , separados de uma distância r , através da equação:

$$\vec{F} = \frac{\mu_0 \times m_1 \times m_2}{4\pi \times \mu_r \times r^2} \times \hat{r} \quad (4.13)$$

sendo:

μ_0 : permeabilidade magnética do vácuo;

μ_r : permeabilidade magnética relativa do meio que separa os polos;

\hat{r} : vetor unitário dirigido de m_1 para m_2 .

Esta força é dependente dos tipos de polos, sendo que se forem do mesmo tipo a força é repulsiva, e se forem de tipos diferentes a força será atrativa.

O campo magnético B , é expresso como a força gerada por um polo m , num polo unitário m_1 :

$$\vec{B} = \frac{\vec{F}}{m_1} = \frac{\mu_0 \times m}{4\pi \times \mu_r \times r^2} \times \hat{r} \quad (4.14)$$

Segundo o sistema de unidades internacional (SI), os parâmetros magnéticos são definidos em termos do fluxo de uma corrente elétrica (Kearey et al., 2002; Lourenço, 2006), ou seja a unidade de medida será efetuada em Tesla. Temos assim um exemplo de uma bobine, ao ser percorrida por uma corrente elétrica, gera-se uma força magnetizante, H , proporcional à intensidade da corrente, I , e inversamente proporcional ao raio da bobina, r , e teremos então:

$$\vec{H} = \frac{I}{2r} \times \hat{r} \quad (4.15)$$

A densidade do fluxo magnético, medida numa área perpendicular à direção de fluxo, é designada por campo magnético da bobina, B . Este campo magnético é proporcional à força magnetizante H , tal que:

$$\vec{B} = \mu \times \vec{H} \quad (4.16)$$

onde, μ representa a permeabilidade magnética do material.

O fluxo magnético é medido usando o Tesla (T), sendo que no sistema CGS é usado o gauss (G), numericamente equivalente a 10^{-4} T. Quando descrevendo o campo magnético terrestre, e na literatura geofísica é mais comum o uso das unidades nanotesla (nT), sendo esta unidade ($1\text{nT} = 10^{-9}$ T). Esta unidade apresenta um valor igual à nomenclatura usada pelo sistema CGS, que usa o símbolo gama (γ). O campo magnético terrestre apresenta uma intensidade média de 50.000 nT. Segundo o *International Geomagnetic Reference Field 2012 (NOAA)*, Portugal apresenta uma intensidade média de aproximadamente 44000 nT e a área em estudo de 44675 nT

O momento magnético (M) num dispositivo dipolo com intensidade m , cujos polos se encontram afastados de uma distância l , é dado por:

$$\vec{M} = m \times l \times \hat{r} \quad (4.17)$$

sendo expresso em Axm^2 , com \hat{r} um vetor unitário dirigido do polo negativo para o polo positivo.

Um fenómeno bastante conhecido é a magnetização induzida, ou polarização magnética. Este processo ocorre quando um corpo é colocado nas vizinhanças de um campo magnético e o mesmo pode adquirir uma magnetização que se perde ao remover o corpo da área de influência desse campo magnético, sendo que os dipolos elementares do material tendem a alinhar-se na direção do campo (Figura 4.13). A magnetização resultante gera um campo magnético adicional na região ocupada pelo material.

A intensidade da magnetização induzida (J_i) é definida como o momento magnético por unidade de volume (v) do material:

$$\vec{J}_i = \frac{\vec{M}}{v} \quad (4.18)$$

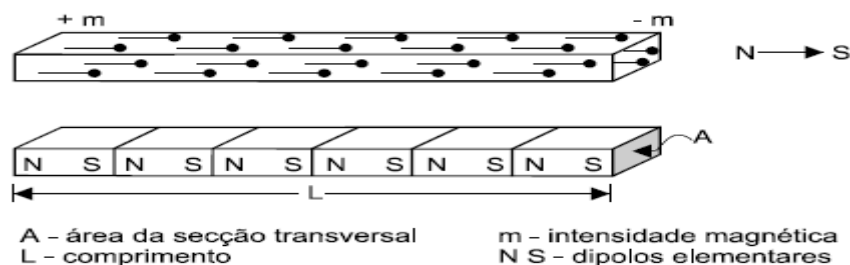


Figura 4.13 – Geração de um campo magnético adicional na região ocupada pelo material, sendo que os dipolos elementares do material tendem a alinhar-se na direção do campo, retirado de Lourenço (2006), adaptado de Reynolds (1997).

A intensidade da magnetização induzida, J_i , é proporcional à intensidade da força magnetizante, H , do campo indutor e partindo da equação 4.16 é possível a relação entre o campo magnético B e a força magnetizante H , em termos de um parâmetro que permite diagnosticar os materiais geológicos. Esse parâmetro designa-se por suscetibilidade magnética, e por definir-se pela seguinte equação:

$$B = \mu_0 \times H \times (1 + k) \quad (4.19)$$

onde, k , representa a suscetibilidade magnética dos materiais e traduz a maior ou menor facilidade com que esses materiais podem ser magnetizados.

4.2.2 Propriedades Magnéticas das Rochas

Embora a maioria dos minerais não possua propriedades magnéticas, algumas rochas possuem minerais magnéticos em quantidade suficiente para produzirem anomalias magnéticas significativas (Lourenço, 2006; Kearey et al., 2002).

As rochas adquirem a sua polarização através do campo magnético terrestre, sendo a sua polarização do tipo induzida, onde a direção e magnitude do mesmo é inteiramente relacionada como o campo magnético atual.

No entanto, é de realçar, que algumas rochas apresentam mudanças irreversíveis nas suas propriedades magnéticas, e na ausência de um campo indutor, verifica-se a presença de uma magnetização quantificável devida à intensidade do campo magnético interno desse corpo, originada em partículas com comportamento magnético permanente (Lourenço, 2006; Dentith & Mudge, 2014). Esta fenómeno designa-se por magnetização permanente ou remanescente e está relacionado com o conteúdo de minerais magnéticos da rocha, bem como a sua dimensão e microestruturas.

A magnetização remanescente das rochas foi descrita como sendo primária ou secundária por (Kearey et al., 2002). A mesma será do tipo primário se a rocha for de origem ígnea, onde a mesma adquire a sua magnetização remanescente quando arrefece e os seus minerais são sujeitos à sua temperatura de Curie respetiva (Figura 4.14A), sendo esta denominada como uma magnetização termorremanescente (Dobrin & Savit, 1988). No caso de rochas sedimentares, quando as partículas com comportamento magnético se depositam, estas irão estar alinhadas com o campo magnético terrestre, onde este fenómeno é conhecido por magnetização detrítica remanescente (Figura 4.14B).

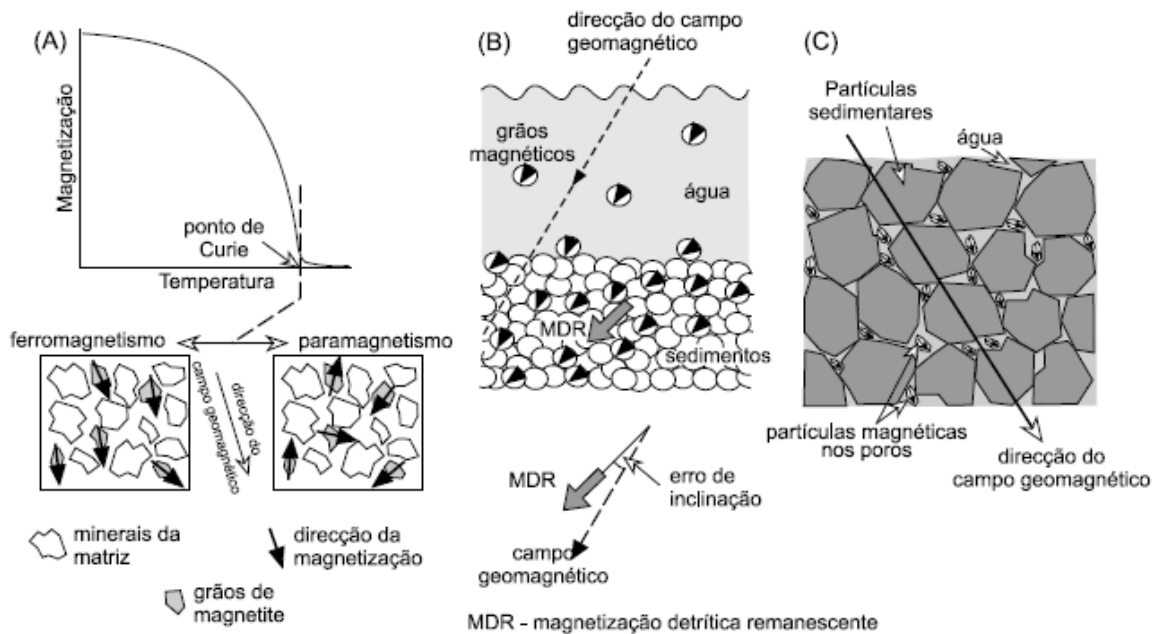


Figura 4.14 - Aquisição de magnetização (A) termorremanente, (B) detrítica remanescente e (C) química remanescente, retirado de (Lourenço, 2006).

A magnetização remanescente secundária pode ser adquirida posteriormente à formação das rochas, aquando da recrystalização ou crescimento de minerais magnéticos durante a diagénese ou durante o metamorfismo (magnetização química remanescente) (Figura 4.14C), enquanto que a magnetização que resulta da exposição prolongada a um campo magnético externo se designa por magnetização viscosa remanescente. A magnetização residual que se verifica após a remoção de um campo externo é designada por magnetização isotérmica remanescente (Lourenço, 2006).

Como foi descrito, vê-se que do ponto vista geológico o magnetismo remanescente não é na verdade permanente, e vai alterando as suas características ao longo do tempo. Verifica-se assim, que vários processos afetam o magnetismo remanescente das rochas, e em diferentes situações dos seus ciclos litológicos, as mesmas podem ser parcialmente remagnetizadas ou mesmo encontrarem-se em situações em que o seu magnetismo remanescente é totalmente removido. Consequentemente, podem existir em simultâneo, diferentes tipos de magnetismo remanescente na rocha, sendo o efeito total dos vários tipos de magnetismo remanescente denominado como magnetismo remanescente natural (Dentith & Mudge, 2014).

4.2.3 Campo Magnético Terrestre

O campo magnético terrestre apresenta vários componentes que são necessários ter em consideração para se isolar as anomalias somente resultantes da componente geológica. Pode-se assim considerar-se o campo geomagnético com três origens distintas:

- a) Campo Magnético Principal: com origem no interior da Terra, que não tem sido constante ao longo do tempo, com variações muito lentas;
- b) Campo Externo: de mais fraca intensidade, originário de correntes elétricas nas camadas ionizadas da alta atmosfera, apresentando variações rápidas, por vezes cíclicas;
- c) Variações do Campo Principal: é quase constante no tempo, para um dado local, e tem origem nas anomalias magnéticas locais subsuperficiais da crosta terrestre, constituindo por isso o objetivo principal da prospeção magnética.

O campo geomagnético é assim geometricamente mais complexo que o campo gravítico terrestre, exibindo variações irregulares na orientação e intensidade, variando com a latitude, longitude e tempo (Kearey et al., 2002).

O campo magnético principal é, na quase totalidade, originado no interior da Terra. Várias hipóteses têm sido propostas para explicar o campo magnético terrestre, porém a teoria aceite atualmente é conhecida como a teoria do grande dínamo. Esta relaciona o campo magnético com a existência de correntes de convecção de material condutor no núcleo externo, sendo que este núcleo, composto por ferro e níquel, comportar-se-á como um dínamo auto-regulável (Correia, 1997; Lourenço, 2006).

As variações do campo principal podem ser calculadas através de equações, que resultam no *International Geomagnetic Reference Field* (IGRF), permitindo representações próximas da realidade em áreas onde o campo magnético tenha sido convenientemente estudado (Lourenço, 2006).

A componente do campo externo magnético já como descrito anteriormente está associado à componente exterior que contribui para o campo magnético e alguns fenómenos desta componente encontram-se aqui listados (Dobrin & Savit, 1988; Lourenço, 2006):

- Atividade Solar: um ciclo com a duração de onze anos, apresentado uma distribuição de latitudes que indica uma origem externa;

- Variações Diurnas e uma amplitude da ordem dos 30 nT. Estas variações dependem da latitude e da estação do ano e são provavelmente controladas pela ação dos ventos solares sobre as correntes ionosféricas;
- Variações Lunares Diurnas: com um período de 25 horas e uma amplitude da ordem de 2 nT. Ocorrem ciclicamente ao longo do mês e parecem estar associadas com a interação entre a Lua e a ionosfera;
- As tempestades magnéticas com amplitudes até 1000 nT. Estas tempestades podem atingir intensidades superiores nas regiões polares, originando as auroras boreais. Apesar de erráticas ocorrem frequentemente com intervalos de 27 dias e correlacionam-se com a atividade solar.

4.2.4 Instrumentação: Magnetómetro de Protões

As medidas do campo magnético são feitas através de magnetómetros e podem ser efetuadas em terra, por aviões, satélites e em navios e por dependerem menos do conhecimento preciso de altitude, são mais fáceis e baratas de serem conduzidas do que os levantamentos gravimétricos.

Existem vários instrumentos como o intuito da medição do campo magnético, sendo que na prospeção geofísica é mais comum o uso de magnetómetros de torção ou balança que caíram em desuso, *fluxgate* e magnetómetros de ressonância, sendo estes últimos abordados devido ao uso dos mesmos.

No grupo dos magnetómetros de ressonância consideram-se dois tipos principais, os de protões, ou de precessão nuclear, e os de vapores alcalinos. Em ambos os casos controla-se a precessão de partículas atómicas sob a ação de um campo magnético, de forma a obter uma medida absoluta do campo magnético total (Lourenço, 2006).

Na campanha de prospeção efetuada foi usado um magnetómetro de protões, em que o mesmo é constituído por um líquido rico em protões como a água, querosene ou outro hidrocarboneto com baixo ponto de fusão, em torno do qual se enrola uma bobine de cobre ligada a um dispositivo de medição (Lourenço, 2006), sendo que alguns magnetómetros estão equipados com dois solenoides, um para polarização, outro para deteção do sinal. No entanto, o mesmo pode ser utilizado para os dois processos (Correia, 1997).

A maioria dos protões existentes nesse líquido alinham-se paralelamente a esse campo, enquanto os restantes se orientam no sentido inverso (Figura 4.15A).

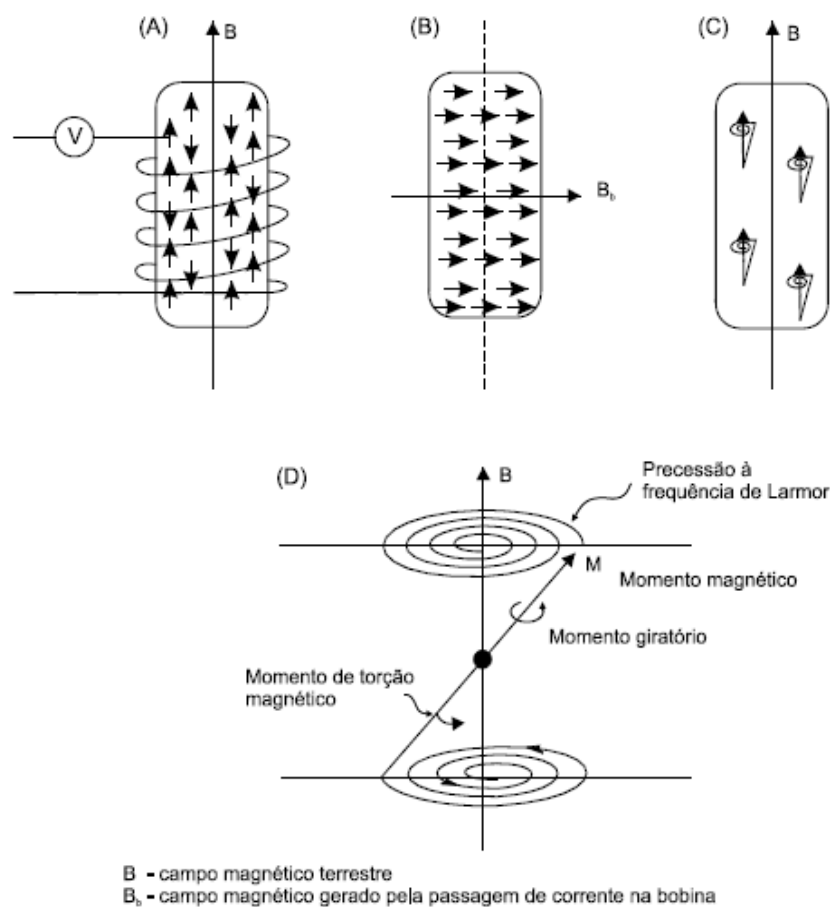


Figura 4.15 - Princípio de funcionamento de um magnetômetro de prótons: (A) Protões encontram-se sob influência, apenas, do campo magnético terrestre; (B) Protões sob influência de um novo campo magnético, gerado pela circulação de uma corrente elétrica na bobina; (C) e (D) os protões entram em precessão após interrupção da passagem de corrente na bobina (Retirado de Lourenço (2006), adaptado de Kearey & Brooks, 1991).

Fazendo circular uma corrente elétrica na bobine, gera-se um campo magnético, cinquenta a cem vezes mais intenso que o campo magnético terrestre, com uma direção que lhe é perpendicular. Os prótons reorientam-se de acordo com este novo campo (Figura 4.15B) e quando a corrente elétrica que circula na bobine é desligada, os prótons reorientam-se novamente de acordo com o campo magnético terrestre. Ao se reorientarem com o campo magnético terrestre os prótons entram em precessão (2 a 3 s), com uma frequência proporcional à intensidade do campo magnético terrestre (Figura 4.15C e 4.15D). Como os prótons são partículas carregadas eletricamente, ao entrarem em precessão geram uma corrente elétrica na bobina, com a mesma frequência de precessão, que é detetada pelo dispositivo de medição (Lourenço, 2006; Kearey et al., 2002).

O sinal detetado é assim proporcional à intensidade do campo magnético total e independente da orientação do sensor do magnetômetro. A constante de proporcionalidade que relaciona a frequência com a intensidade do campo é a relação

giromagnética do próton. A frequência de precessão, tipicamente de 2KHz, é medida por contadores digitais (Correia, 1997).

A medida do campo magnético total com este equipamento apresenta precisões de $\pm 0,1$ NanoTeslas, sendo que maiores precisões podem ser teoricamente obtidas se necessário (Kearey et al., 2002).

A precessão protônica ocorre assim a uma velocidade angular ω , que é conhecida como a frequência de precessão de Larmor. Esta velocidade é proporcional à força do campo magnético terrestre F , podendo ser representada pela seguinte relação:

$$F = \frac{\omega}{\gamma_p} = \frac{2\pi f}{\gamma_p} \cong 23.49f \quad (4.20)$$

sendo:

f , a frequência de precessão, tipicamente 2KHz.

γ_p , a relação giromagnética do próton

Apesar das grandes vantagens que este magnetômetro apresenta como não requerer qualquer tipo de orientação no seu uso ou de não possuir partes no detetor que causem perturbação do campo magnético, apresenta ainda algumas restrições operacionais. Um exemplo destas restrições são a de que o sinal de precessão protônica é degradado na presença de um grande gradiente de campo magnético, superior a 600 nT por metro. Por fim, é de realçar que o seu uso encontra-se bastante limitado em zonas urbanizadas e este instrumento não permite efetuar leituras contínuas (Correia, 1997).

4.2.6 Redução dos Dados

A redução dos dados magnéticos tem como objetivo a remoção de todas as variações que não sejam devidas unicamente às estruturas investigadas, como sejam os efeitos da variação diurna, as variações em latitude e longitude e as variações influenciadas pela topografia (Lourenço, 2006). As estruturas antrópicas também têm influência nas medidas efetuadas, porém, na campanha realizada a ocupação antrópica não é significativa em grande parte da área de estudo, e quando a mesma existia a medição foi cuidadosamente posicionada a que essa interferência fosse mínima. Mesmo assim, com os devidos cuidados tomados, houve valores anómalos que tiveram que ser posteriormente removidos no processamento dos dados.

Existem dois grandes tipos de variações temporais (vd. § 4.2.3): as variações seculares, relacionadas com o campo de origem de interior da Terra e as variações periódicas. No primeiro tipo de variações, a intensidade, inclinação e localização dos polos

magnéticos variam muito lentamente, com períodos extremamente longos, da ordem das dezenas de anos ou mesmo séculos. Estes tipos de variações não induzem qualquer tipo de erro na campanha de prospeção (Correia, 1997).

Já as variações periódicas devem ser cuidadosamente controladas e os valores adquiridos devem ser corrigidos, pois estas variações ocorrem em períodos de tempo relativamente curtos comparados com a duração média de uma campanha de prospeção, sendo que as que requerem uma maior atenção são as correções diurnas (Correia, 1997).

Assim verifica-se que para a obtenção de dados com boa qualidade, é de extrema importância o uso de uma estação base ou aparelho de referência, quer para indicar atividades de tempestades magnéticas, quer para remover anomalias devidas à variação diurna (Correia, 1997).

As correções da variação diurna em campanhas magnéticas em meio terrestre, podem então ser efetuadas através de uma estação de base, em que as diferenças entre as leituras regulares efetuadas na base, irão nos fornecer uma taxa deriva através de uma interpolação linear. Esta taxa de deriva é distribuída pelas medições efetuadas em cada um dos pontos de leitura, tendo em conta o instante da observação (Dobrin & Savit, 1988; Lourenço, 2006).

Os magnetómetros de precessão protónica não apresentam qualquer deriva de equipamento e as leituras efetuadas numa base são somente para corrigir as variações temporais no campo medido (Kearey et al., 2002). Aproveitando-se deste facto e para aumentar a eficácia da campanha de prospeção, evitando as constantes viagens do magnetómetro à base, pode empregar-se um segundo magnetómetro, estacionado na base, que efetue leituras em modo contínuo (Lourenço, 2006).

Ainda aproveitando-se da inexistência da deriva do equipamento, estudos efetuados à escala regional, podem utilizar os registos de um observatório magnético, caso exista, para efetuar as correções diurnas (Lourenço, 2006). Esta é sem dúvidas a melhor metodologia de trabalho, sendo que as variações diurnas podem ser rapidamente removidas de cada leitura, partindo do princípio que é conhecida a hora em que foi efetuada essa leitura (Correia, 1997).

Contundo, como as variações diurnas são vincadas de local para local, o observatório não deverá distanciar-se a mais de cem quilómetros da área investigada (Kearey et al., 2002; Lourenço, 2006), sendo que Breiner (1999) afirma que esta distância pode mesmo estender-se até aos cento e sessenta quilómetros.

A influência topográfica pode ser significativa em campanhas magnéticas terrestres, porém não é totalmente previsível, já que depende das propriedades magnéticas dos materiais que constituem o relevo. As situações mais críticas que será aconselhável a correção topográfica é em contextos de rochas ígneas básicas (Kearey et al., 2002; Lourenço 2006). Assim verifica-se que correção topográfica nem sempre é necessária, ao contrário da prospeção gravimétrica, onde é relativamente simples de calcular, na prospeção magnética é extremamente complexa (Kearey et al., 2002; Lourenço 2006).

A correção topográfica é dada pelo gradiente vertical do campo magnético, sendo necessário ter em com a latitude e altitude da área em estudo, porém verifica-se que correção de altitude pode atingir valores da ordem dos 0,015 nT/m, enquanto a latitudes próximas dos polos magnéticos pode atingir cerca de 0,030 nT/m. Como se pode constatar os valores da correção são muito pequenos, o que faz com que regra geral não se efetue a correção topográfica (Kearey et al., 2002; Lourenço 2006).

Em estudos à escala regional as correções de latitude e longitude estão inerentes quando é subtraído ao campo total, o campo regional que se obtém com uma interpolação polinomial, tentando revelar variações suaves e anomalias de grande comprimento de onda.

4.2.7 Processamento e Interpretação da Campanha Magnética

Na campanha efetuada foi possível realizar as correções da variação diurna com o uso dos registos do Observatório Geofísico e Astronómico de Coimbra (OGAC), que dista 62 quilómetros do ponto mais distante da área em estudo, sendo esta distância aceitável (Kearey et al. 2002; Lourenço, 2006; Breiner, 1999). A campanha foi efetuada no ano de 2016, ao longo de vários dias, em 27 e 28 de abril; 3,4,5, 17 e 18 de maio; 8, 9, 22 e 24 de junho. Consultando os dados do Observatório Geofísico e Astronómico de Coimbra, verifica-se que para esses dias as tempestades magnéticas não foram de elevada importância (Tabela 4.2).

Tabela 4.2: Resumo das principais tempestades magnéticas verificadas ao longo do tempo da campanha de prospeção pelo OGAC.

Principais Tempestades Magnéticas		
Mês	Início	Fim
abril	Dia 2 às 14h:30m	Dia 3 às 3h:00m
	Dia 7 às 17h:00m	Dia 8 às 3h:00m
	Dia 16 às 18h:00m	Dia 17 às 3h00m
maio	Dia 8 às 1h:08m	Dia 9 às 6h:00m
junho	Dia 5 às 9h:00m	Dia 6 às 15h:00m

Assim, atribuiu-se um valor ao Observatório Geofísico e Astronómico de Coimbra, sendo esse valor obtido pela média das medidas registadas no observatório durante os três meses da duração da campanha. Verificou-se o valor no OGAC no instante da medição de um ponto de leitura no campo, e ao retirarmos o valor médio do OGAC referido anteriormente, obtemos a correção diurna para esse momento. Repetindo o processo para todos os momentos de medição efetuados, obtemos uma correção diurna para cada instante que simplesmente é removida à leitura de campo, estando assim a leitura de campo corrigida com a variação diurna.

Foram analisados 1013 pontos com um espaçamento médio de 118 metros entre si (Anexo 5), e após efetuada a correção diurna, os dados foram sujeitos a diversos processos com o uso do software Surfer (Golden Software Inc.) e Oasis Montaj (Geosoft). Foi possível criar vários mapas da região, construindo mapas de campo total, regionais e residuais, sendo neste capítulo exposto os mapas com melhor qualidade obtidos. Também se efetuou a redução ao polo magnético, gradientes N-S e E-W, 2ª derivada vertical e índices de Euler (deconvolução). É de realçar que foi sempre usado o mesmo espaçamento entre células, para permitir operações entre os diferentes dados recolhidos. Por fim os mapas produzidos foram movidos para o QGIS de modo a permitir a sua análise espacial com outros elementos previamente georreferenciados.

A carta magnética obtida na região foi obtida usando o método de interpolação krigagem (Figura 4.16), sendo aqui usado os dados de campo corrigidos com a variação diurna. Este método é o mais adequado à inferência espacial de variáveis naturais (Lourenço, 2006).

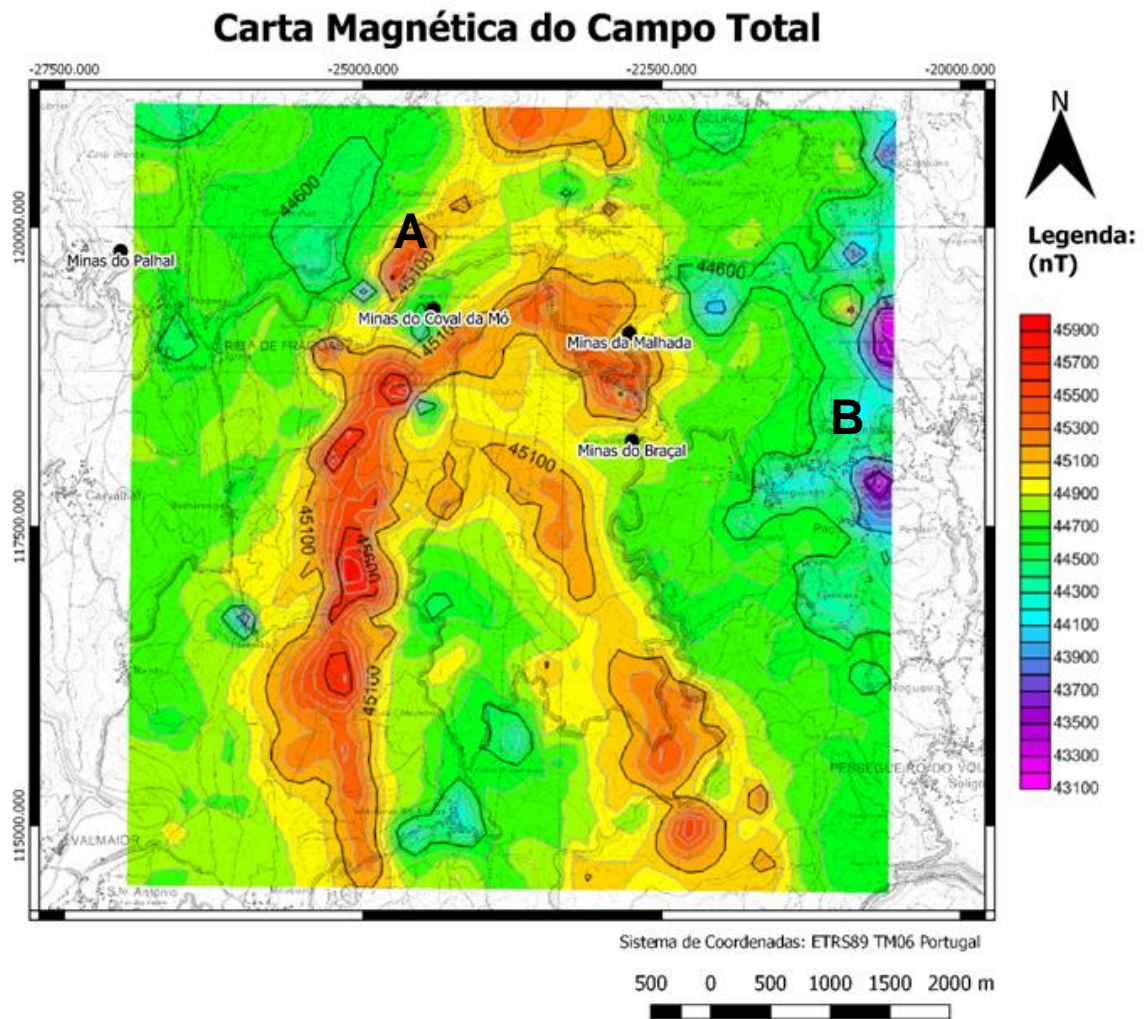


Figura 4.16 – Carta Magnética do Campo Total da região em estudo: A) Anomalia Principal a tender para NW; B) Contribuição antropogénica ou granítica.

De facto, já é visível a presença da anomalia positiva, detetada nesta campanha, de uma orientação N-S na secção mais ocidental e a tender na sua zona Norte para NE em A) na Figura 4.16. A mesma parece ter continuidade também em parte para uma outra anomalia de menor intensidade, na secção mais oriental com uma orientação NW-SE. Realçam-se também já anomalias negativas para Este em B) na figura 4.16, estas relacionadas talvez com o aparecimento das intrusões dos corpos ígneos na área em estudo, ou mesmo relacionadas com o aumento da contribuição antropogénica nessa mesma área.

Já os mapas de tendência regionais foram obtidos através de uma interpolação polinomial de segundo grau dos dados recolhidos (Figura 4.17). Para uma comparação efetuou-se também um mapa regional com uso de dados do modelo IGRF12 (NOAA) (Figura 4.18).

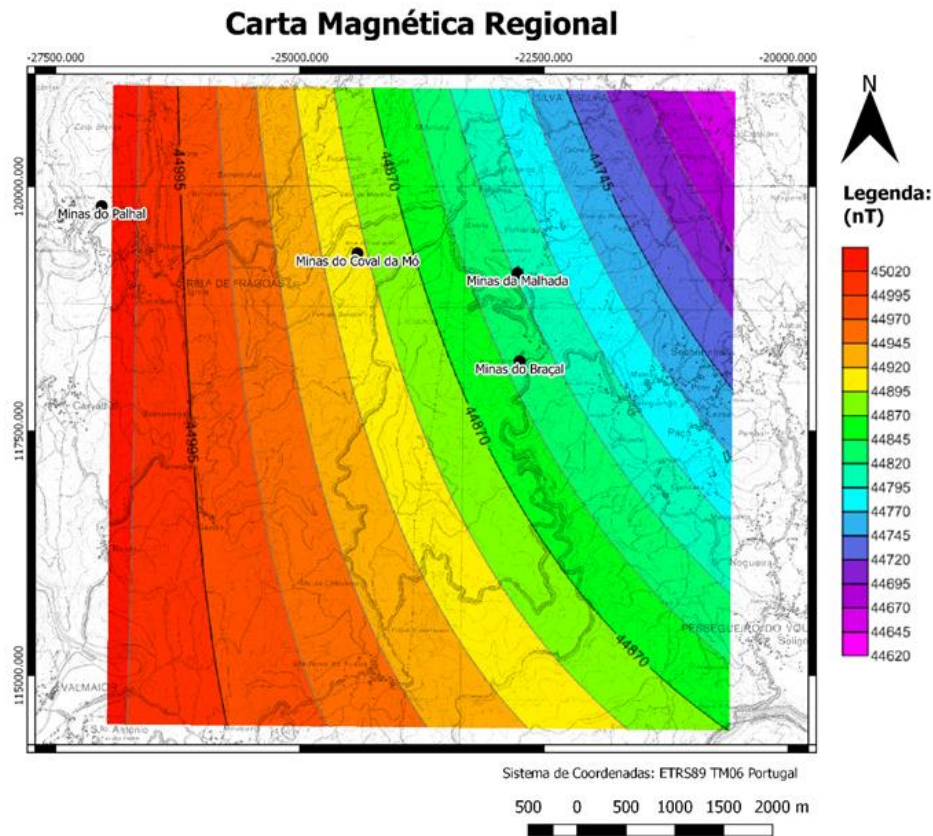


Figura 4.17 – Carta Magnética regional obtida com uma interpolação polinomial.

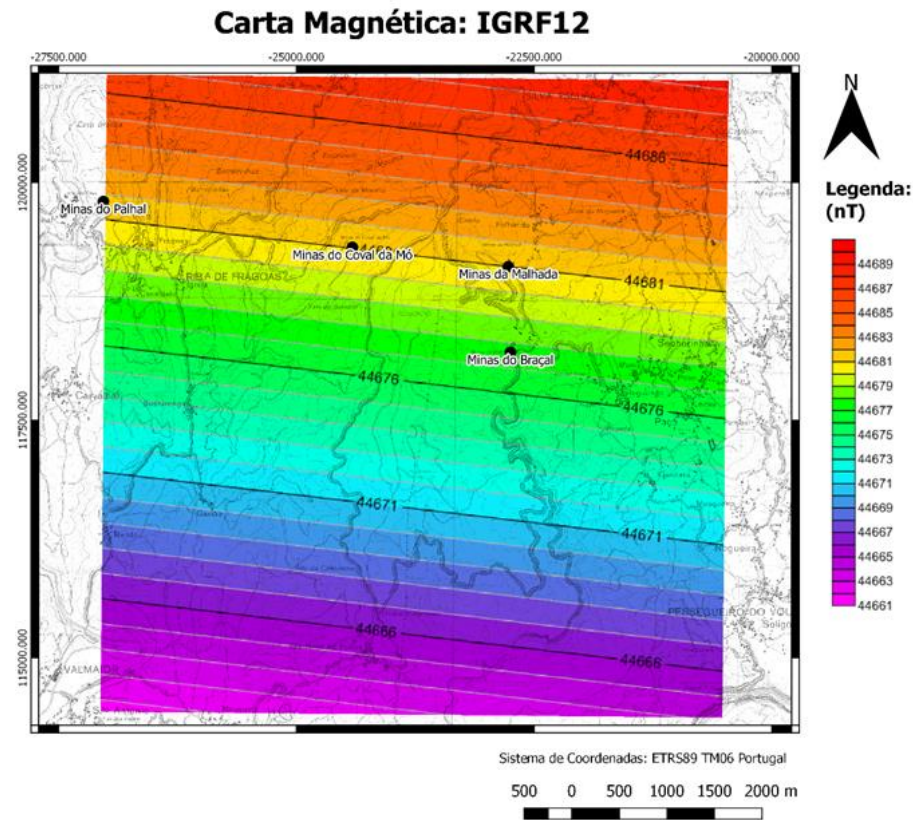


Figura 4.18 – Carta Magnética da região obtida a partir do IGRF12.

O método de interpolação polinomial revelou variações suaves e anomalias de grande comprimento de onda, sendo este mais exato na descrição do campo magnético regional. Curiosamente verifica-se que existe um aumento gradual de intensidade no campo magnético regional para W, existindo mesmo, no extremo ocidente da carta, uma tendência N-S nas linhas de intensidade magnética. Estes resultados assemelham-se aos da tendência regional da anomalia de Bouguer, detetados durante a campanha gravimétrica efetuada na área (*Martins, in prep.*), realçando a forte correlação no campo gravimétrico e magnético na região, talvez relacionados com o grande acidente tectónico da região, o ramo mais ocidental do megacisalhamento Porto-Tomar, já que como se trata do campo magnético regional, apenas as grandes estruturas são capazes de o influenciar.

Removendo a tendência regional à carta magnética obtém-se a carta magnética residual. Esta remoção foi efetuada pela subtração de matrizes (*Grid Math*). Já o modelo IGRF12 da NOAA, foi gerado com um espaçamento de 111 metros entre cada ponto e verifica-se que apresenta diminutas variações no campo magnético ao longo da área de estudo e não as anomalias de grande comprimento de onda desejadas.

Verifica-se agora uma melhor definição da anomalia positiva em A) na Figura 4.19, diminuindo a mesma de extensão comparativamente à carta magnética total. Também já é visível com maior clareza a presença de dipolos em algumas zonas em B) na Figura 4.19, que posteriormente, irão ser analisados em comparação à tectónica e filões explorados.

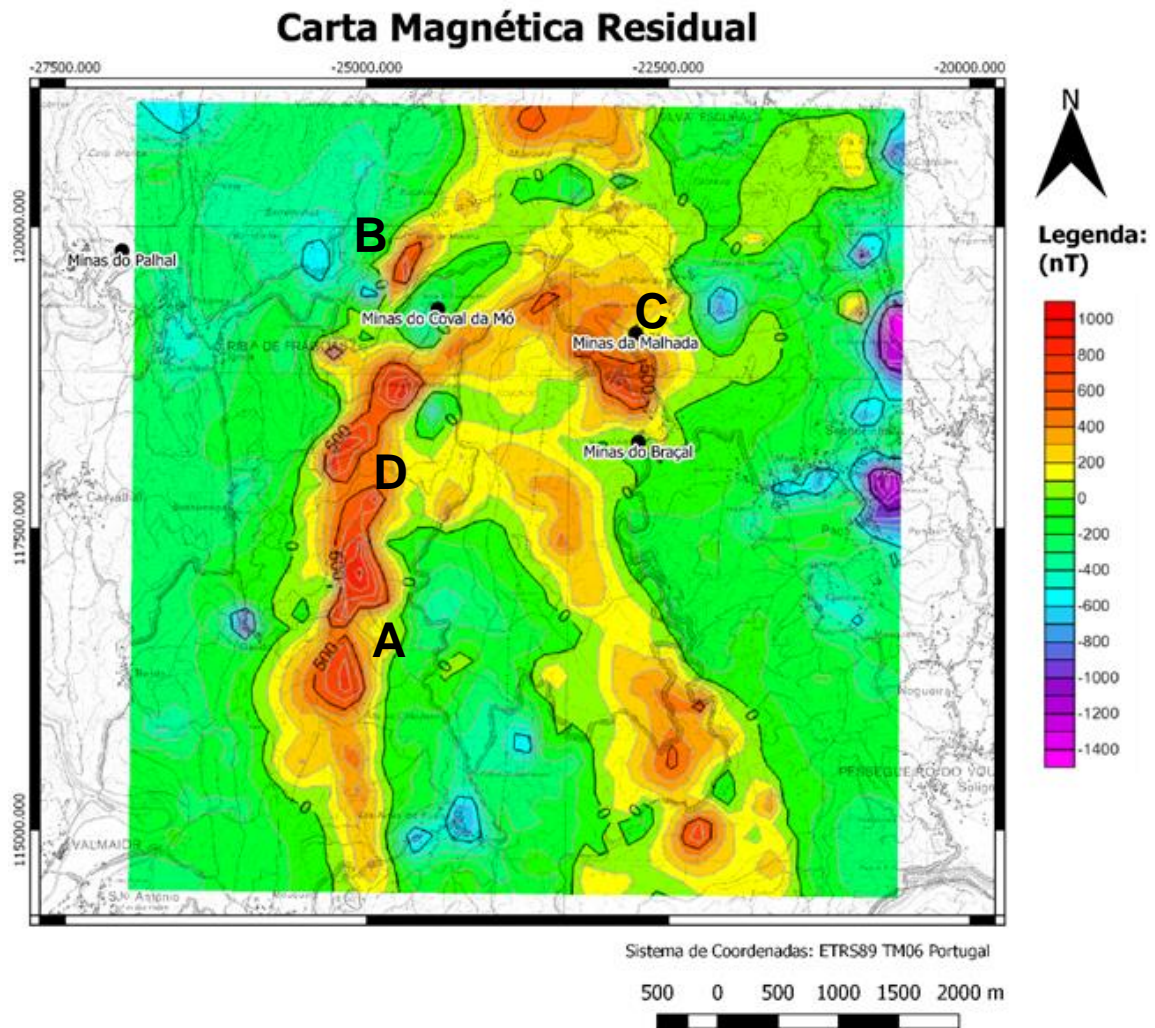


Figura 4.19 – Carta Magnética Residual: A) Melhor definição da anomalia N-S; B) Possível presença de estruturas dipolares; C) Anomalia centrada na Mina da Malhada; D) Local da anomalia eletromagnética.

No Complexo mineiro Braçal-Malhada verifica-se que a anomalia positiva se centra na mina da Malhada em C) na Figura 4.19, tal como verificado por Hespanha de Oliveira (1987). É de realçar também, que a anomalia eletromagnética anteriormente descrita incide também em parte da anomalia magnética mais ocidental em D) na Figura 4.19.

É possível agora tentar relacionar os filões explorados no passado com os resultados da carta residual magnética obtida (Figura 4.20). Verifica-se que o complexo Mineiro Braçal-Malhada se situa numa zona de uma elevada anomalia positiva (superior a 400 nTs). Um pouco a NE do Complexo Mineiro parece evidente uma anomalia do tipo dipolo e verifica-se mesmo que essa zona foi explorada por quatro Filões (Folharido, Malhada, Malta e Estrada), sendo estes resultados semelhantes aos de Hespanha de Oliveira (1987).

Os filões Loureço e Braçal seguem a anomalia positiva até as minas do Coval da Mó, onde a mesma diminui de intensidade e sugere mesmo uma estrutura dipolo na mina do Coval da Mó, provavelmente devido ao encontro dos filões do Coval da Mó e Lourenço. Dado que esses filões inclinam ambos para S, tal explicaria por hipótese, a descida do campo para N deles e os valores mais altos se situarem a S dos mesmos, tal como evidenciado por Hespanha de Oliveira (1987) .

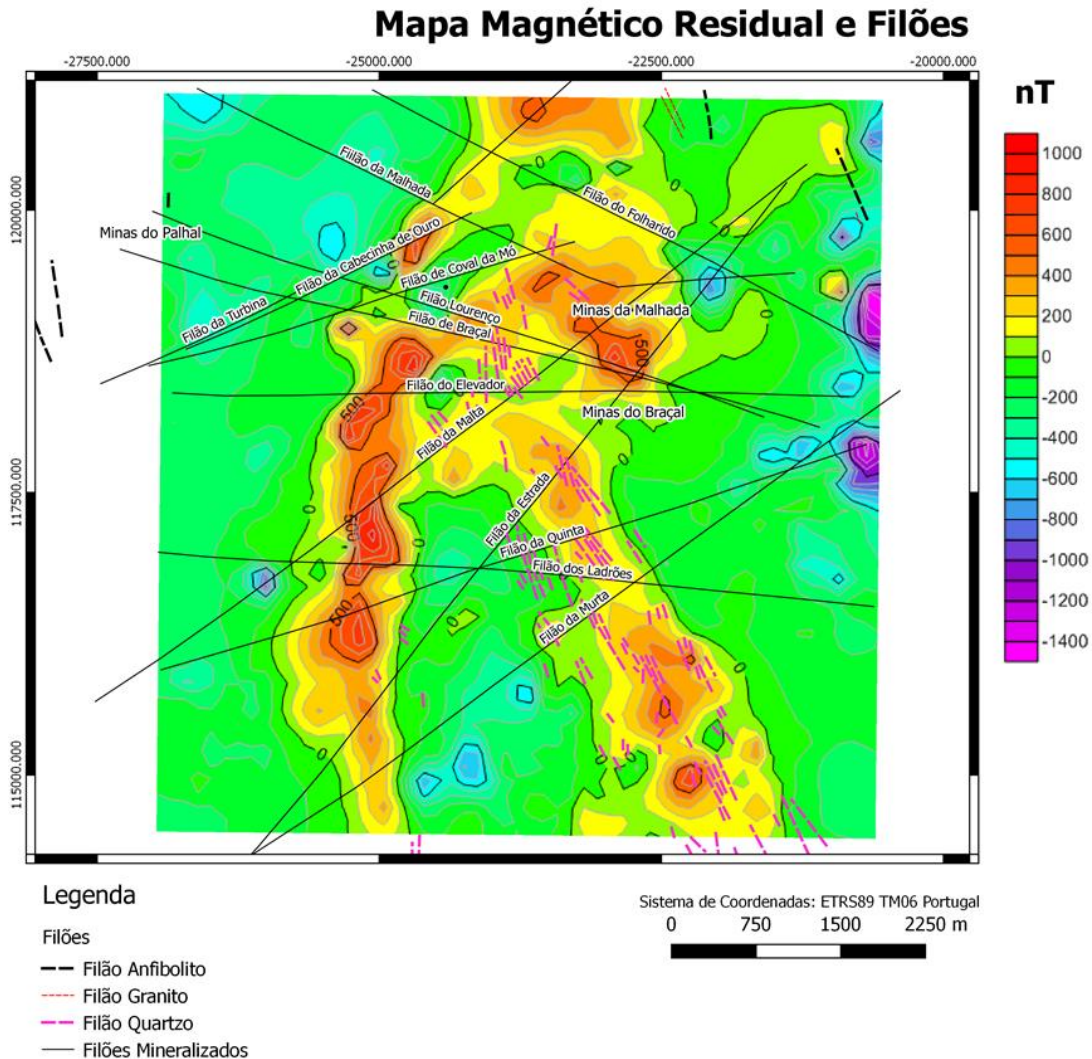


Figura 4.20 – Carta Magnética Residual com os filões anteriormente explorados e cartografados.

A NW das Minas do Coval da Mó parece novamente evidente a presença de outra anomalia dipolar, sendo atravessado pelo Filão da Turbina e da Cabeceira de Ouro.

É de notar que nenhum filão explorado apresenta a orientação N-S, sendo que a maior intensidade da anomalia se verifica nessa direção. Também a anomalia positiva mais oriental não apresenta qualquer filão explorado nessa direção (NW-SE).

Curiosamente a anomalia positiva mais oriental, apresenta vários filões de quartzo estéril com essa direção que acompanham a anomalia, podendo ser causadores da mesma, devido à criação de óxidos ou sulfuretos de ferro que se verifica normalmente entre contactos de filões com a litologia circundante, como a pirrotite.

Verifica-se claramente um controlo litológico na anomalia detetada (Figura 4.21B). O contacto entre o C.X.G. e Filádios, Xistos cloríticos até os Quartzitos é o local onde a mesma apresenta a maior intensidade, seguindo até para Sul.

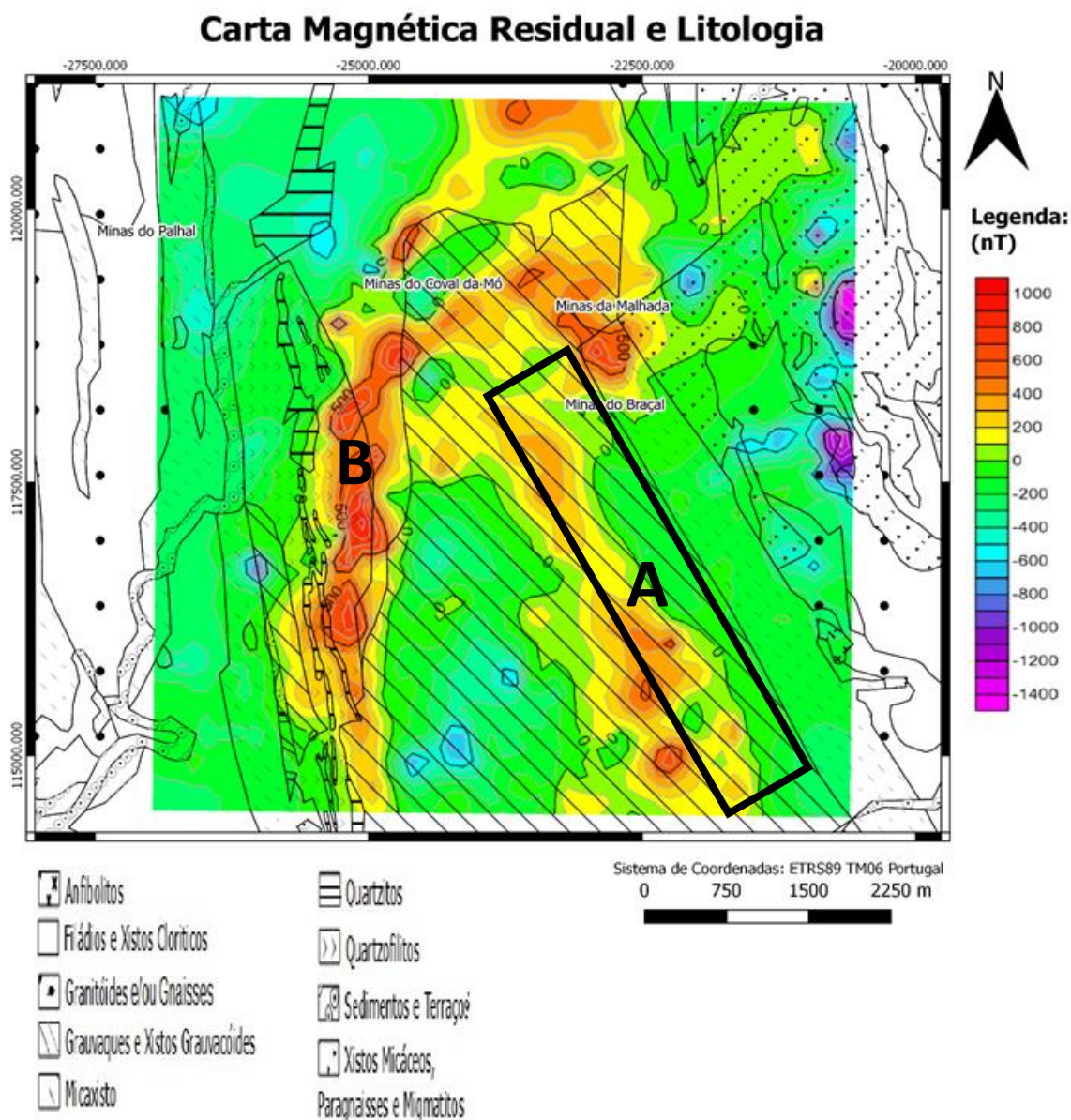


Figura 4.21 – Carta Magnética Residual e Litologia: A) Possível presença de um outro contacto litológico; B) Contacto entre C.X.G. e Quartzitos.

Para Norte a anomalia parece não seguir o contacto com tanto rigor, mas é de notar que a mesma continua paralela ao contacto agora um pouco mais distante, e segue em parte a deflexão da xistosidade.

O mesmo se verifica na zona mais Sudeste da anomalia positiva, onde a anomalia é paralela a um contacto entre o C.X.G. e o Micaxisto (Fig. 4.21B). Poderá estar relacionado com o aumento da inclinação do C.X.G. sobre o micaxisto, ou sugerir a presença da transição gradual do C.X.G. para Filádios e Xistos cloríticos e posteriormente o Micaxisto, como sugerido por Aguado (1992). Já a Oeste os corpos granitóides parecem responsáveis por parte da anomalia negativa, porém é de realçar que a mesma poderá ter contribuição antrópica, devido ao aumento do grau de urbanização.

Por fim, interpretou-se as falhas cartografadas na zona com a carta magnética residual (Figura 4.22) e produziu-se um modelo 3D da anomalia para uma melhor visualização na deteção de falhas. Verifica-se que no Complexo Mineiro Braçal-Malhada, composto por várias falhas, a anomalia magnética atinge elevados valores na interseção das falhas com diferentes direções.

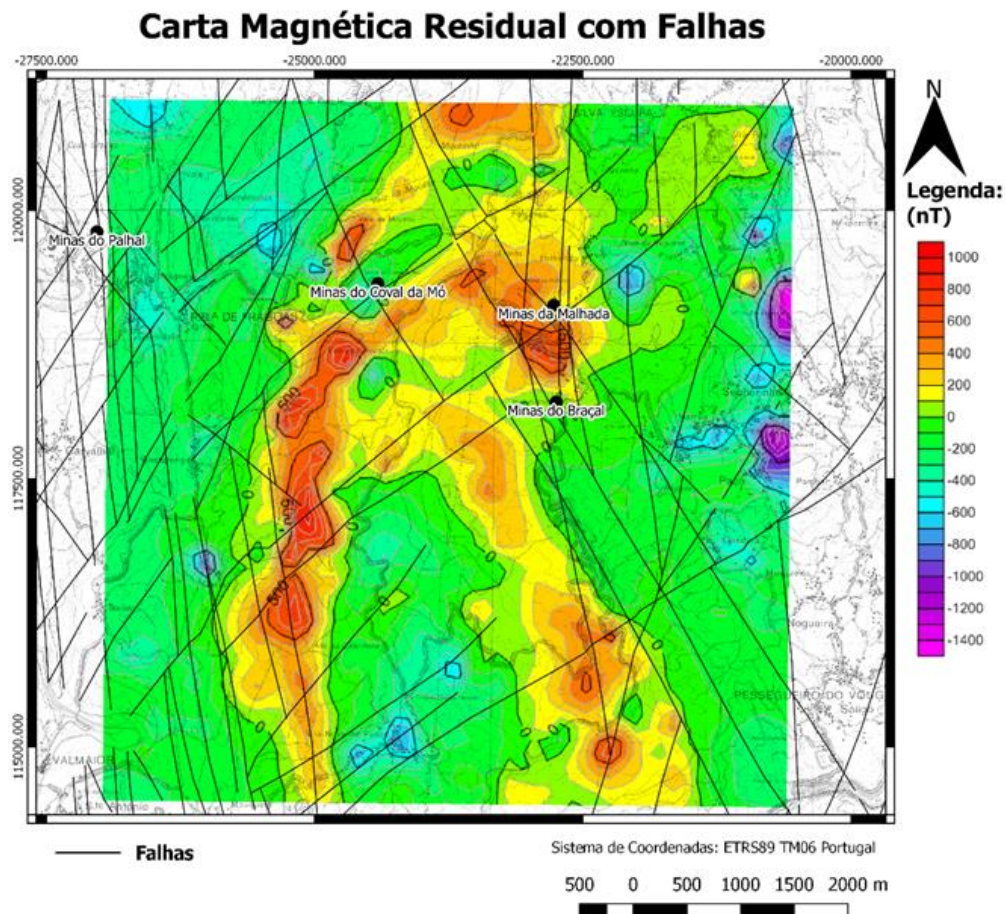


Figura 4.22 - Carta Magnética Residual com tectónica.

Mais a ocidente, ainda que não tão evidente como no Complexo Mineiro Braçal-Malhada, a anomalia magnética N-S parece estar relacionada com a interseção das falhas N-S a N°15W e NE-SW aí cartografadas. O mesmo se pode dizer da anomalia mais a oriente de menor intensidade.

Visualizando a representação gráfica em três dimensões da anomalia magnética (Figura 4.23), facilmente se deteta duas falhas NE-SW junto às Minas do Coval da Mó, devido à descontinuidade da anomalia positiva nesse local, bem como uma menos evidente mais a sul.

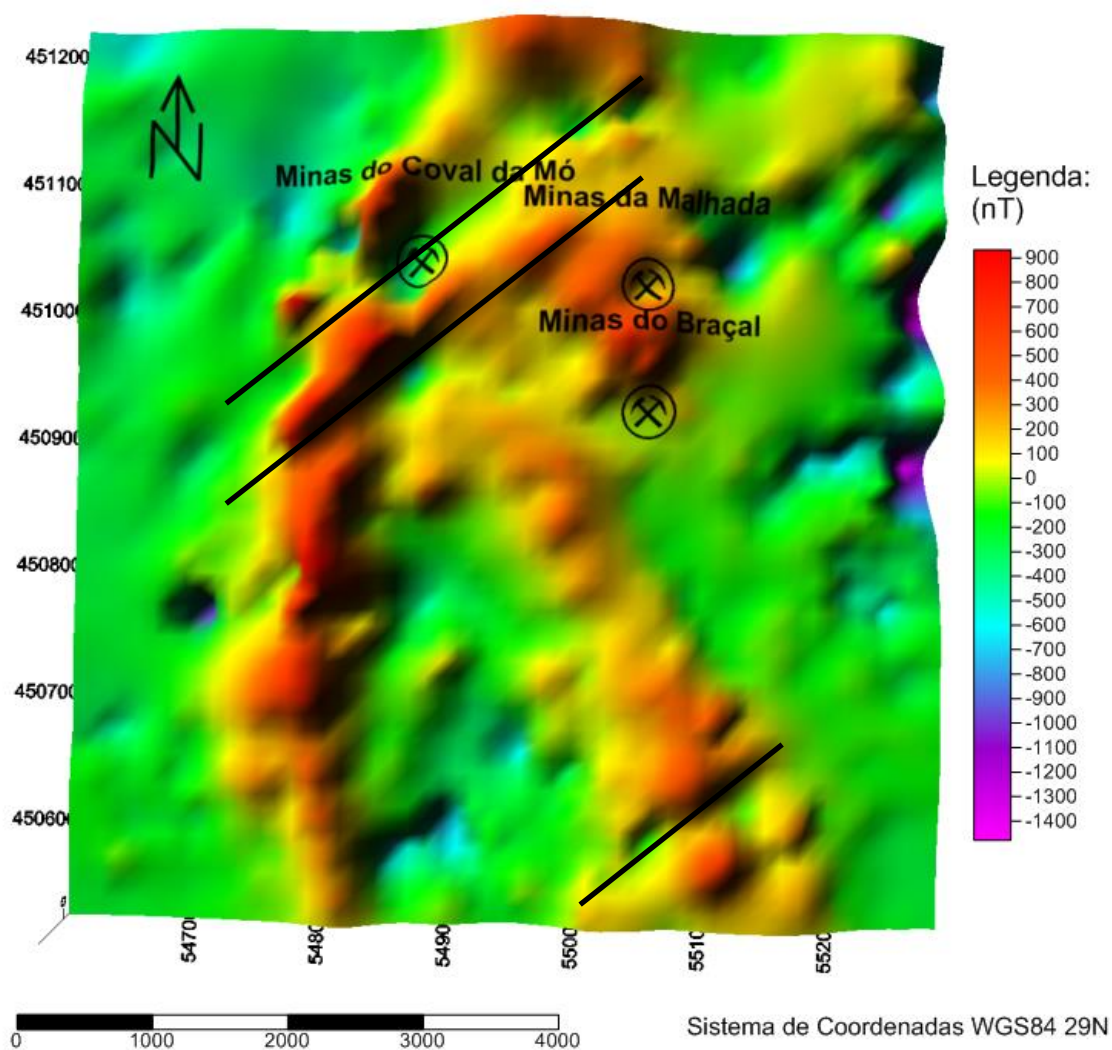


Figura 4.23 – Representação gráfica nas 3 dimensões da Anomalia Magnética.

4.2.7.1 Redução ao Polo Magnético

Um mapa magnético tem um aspeto que depende da inclinação do campo na área em estudo. Para evitar a contribuição da inclinação do campo nos mapas de campo total transforma-se a grelha de dados observados numa grelha em que os valores sejam os que

seriam observados numa situação em que o campo tivesse inclinação vertical. Esta transformação tem o efeito de centrar as anomalias sobre os locais de contraste positivo de suscetibilidade magnética. Esta transformação requer o conhecimento da direção do campo (IGRF) e inclinações de campo superiores a 15° . A redução ao polo assume que as anomalias são devidas a magnetismo induzido. Caso exista magnetismo remanescente os mapas produzidos ainda revelarão algum carácter dipolar nas anomalias.

O processo da redução ao polo magnético consiste em fazer com que a anomalia magnética seja independente da direção do corpo litológico (Rosse, 2009). Esta redução transforma assim anomalias magnéticas dipolares iniciais em anomalias monopolares, centradas exatamente sobre o corpo originário da anomalia (Figura 4.24). É assim um procedimento que permite uma melhor resolução lateral das anomalias magnéticas. Para realizar este procedimento da transferência da anomalia, é necessário obter dados físicos como a inclinação magnética, a declinação magnética e o campo total.

Neste trabalho, esses parâmetros foram obtidos a partir do IGRF12 (NOAA), em que os valores retirados foram os médios para a área em estudo. Para a inclinação magnética verificou-se $55,33^\circ$ e para a declinação magnética $-2,44^\circ$.

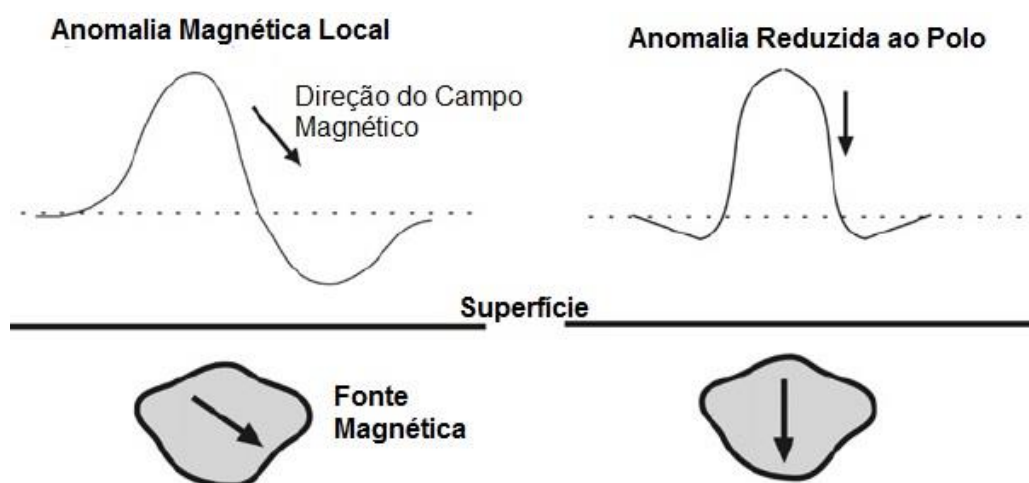


Figura 4.24 - Redução ao polo Magnético de uma anomalia, adaptado de (Ravat, 2007).

Assim com recurso ao software Oasis Montaj e ao seu menu (MAGMAP), foi possível efetuar-se a redução ao polo magnético partindo da carta magnética residual, obtendo o campo residual reduzido ao polo magnético (Figura 4.25).

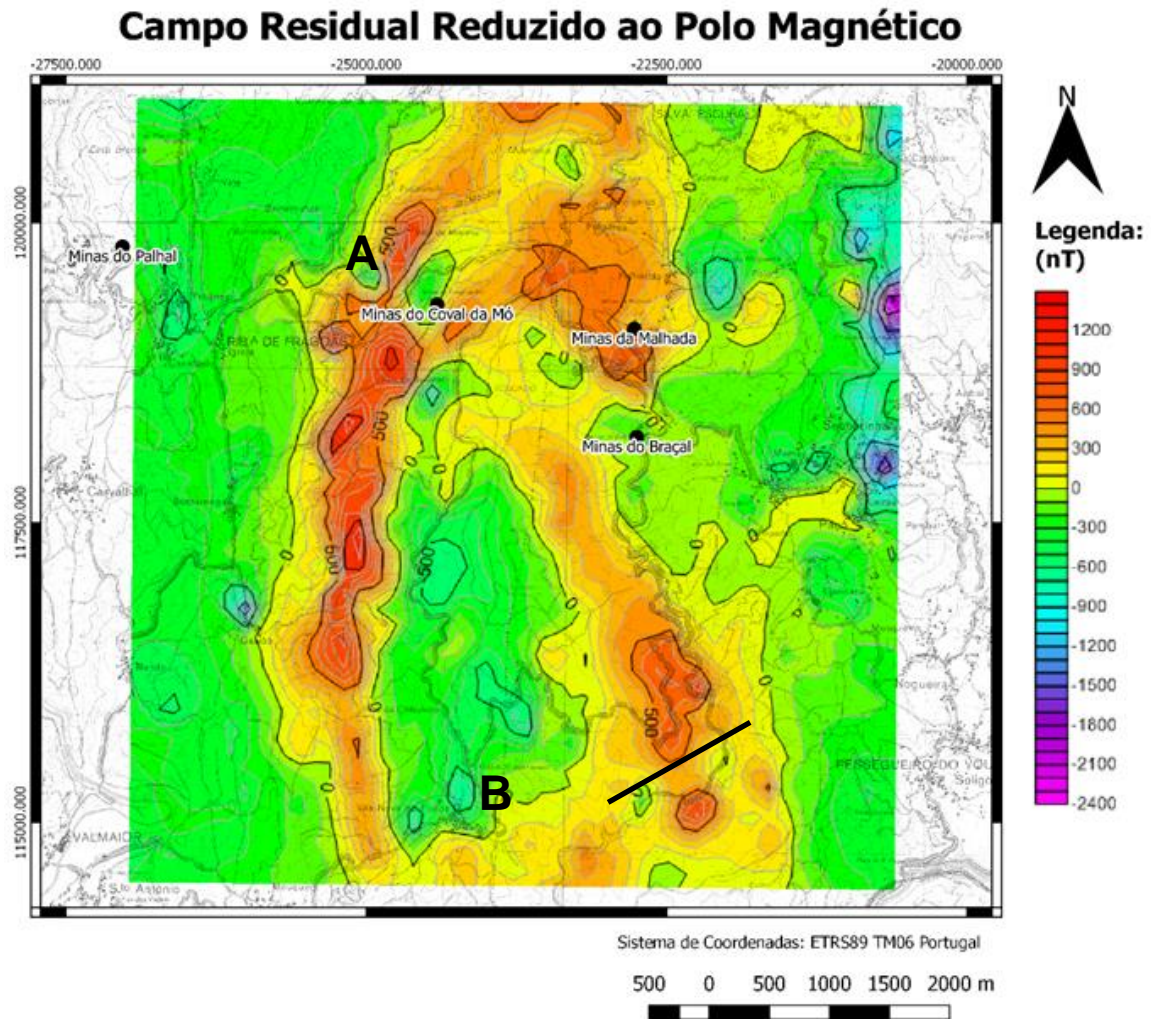


Figura 4.25 – Campo residual reduzido ao polo magnético: A) Anomalia Dipolar sugerida anteriormente desaparece; B) União das duas anomalias.

Verificou-se assim que a NW das minas do Coval da Mó, a anomalia dipolar sugerida anteriormente quase que desaparece por completo (Figura 4.25A). Existe também uma ligação no limite Sul da carta, agora entre as duas anomalias positivas a ocidente e oriente (Figura 4.25B), bem como uma melhor evidência na falha anteriormente sugerida (Figura 4.23).

4.2.7.2 Derivadas Direcionais

A segunda derivada vertical (SDV) foi dos primeiros processos aplicados na interpretação de sinais magnéticos e gravimétricos para remover a tendência regional. Realça assim as fontes mais superficiais da anomalia a custo das origens mais profundas. Tradicionalmente a SDV seria calculada e se demonstrasse muito ruído então aplica-se a derivada de primeira ordem (Cooper & Cowan, 2004). A SDV é o grau de mudança no gradiente vertical na direção vertical. É uma medição da curvatura de um campo potencial,

onde os valores positivos significam um aumento no gradiente vertical e valores negativos significam uma diminuição no gradiente vertical do campo potencial em estudo. A grande vantagem deste método, é que permitir delinear corpos, onde o valor 0 representa o contacto de um dado corpo, neste caso de possíveis diferentes litologias (Aku, 2014).

As derivadas horizontais são muito úteis na deteção de alinhamentos tendenciais sobre uma determinada direção e podem ser efetuadas com recurso a transformadas de Fourier e as mesmas para $\phi(\mathbf{x}, \mathbf{y})$ são dadas por:

$$F \left[\frac{d^n \phi}{dx^n} \right] = (ik_x)^n F[\phi] \quad (4.21)$$

$$F \left[\frac{d^n \phi}{dy^n} \right] = (ik_y)^n F[\phi] \quad (4.22)$$

em que $(ik_x)^n$ e $(ik_y)^n$ são filtros que transformam a função medida numa superfície horizontal em n-ordem-derivada em relação a x ou y, respetivamente.

Como ϕ representa um campo potencial também podemos calcular gradientes verticais. Podemos dizer que a n-ordem-derivada-vertical é igual a efetuar à transformada de Fourier do campo potencial vezes $[k]^n$.

$$F \left[\frac{\partial^n \phi}{\partial z^n} \right] = [k]^n F[\phi] \quad (4.23)$$

Novamente com recurso ao software Oasis Montaj®, foi possível aplicar a derivada vertical de segunda ordem ao mapa residual, e os gradientes N-S e E-W, onde também se expõem os contactos geológicos, tectónica e filões explorados sendo os resultados aqui expostos e discutidos.

Na análise da segunda derivada vertical com a litologia (Figura 4.26), têm-se como objetivo tentar estimar contactos litológicos onde a mesma apresente valores de 0 nT/m². Como já referido anteriormente, a anomalia mais a ocidente claramente se encontrava a limitar o CXG e as cristas Quartzíticas, e com ajuda da SDV parece confirmar-se a hipótese anterior, seguindo os valores de 0 nT/m² o contacto Oeste do CXG, com os “Filádios e Xistos Cloríticos”. Já a relação com os corpos granitóides e/ou gnáissicos mais a Este não parece tão evidente, talvez devido a um maior ruído no sinal, devido ao aumento do grau de urbanização.

Observando o gradiente E-W, é evidente a presença da estrutura do direção N-S (Figura 4.27), e outra de menor intensidade a sul das Minas do Braçal, com direção NW-SE.

Segunda Derivada Vertical do Campo Magnético e Litologia

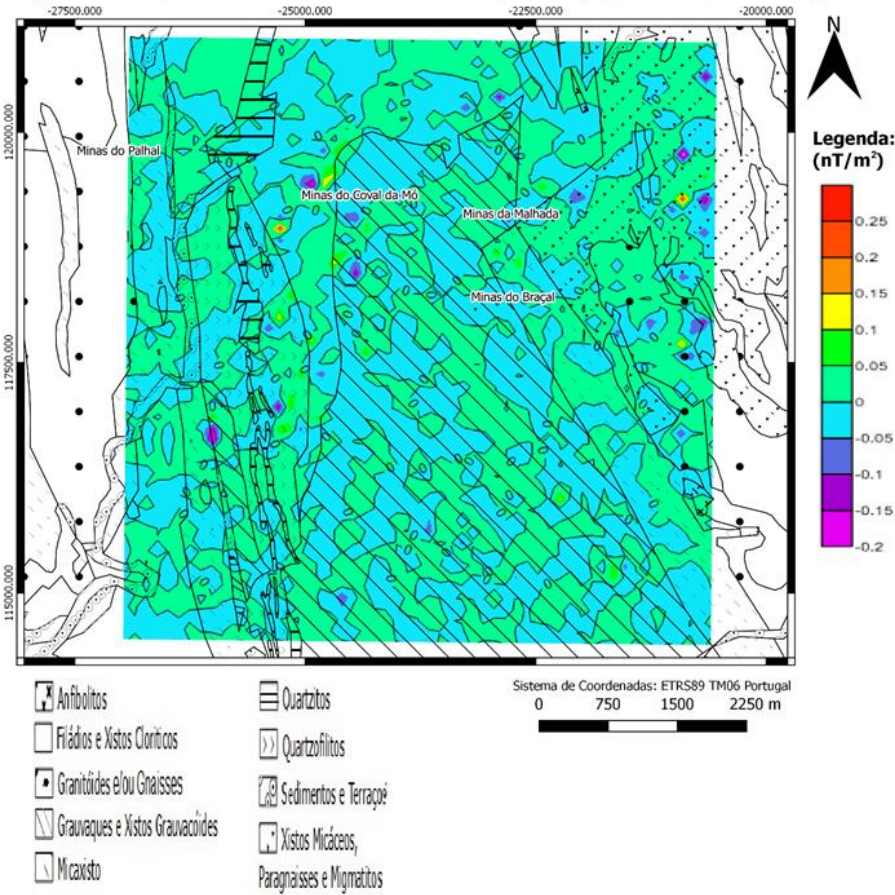


Figura 4.26 – Segunda derivada Vertical e Litologia.

Gradiente E-W e Falhas

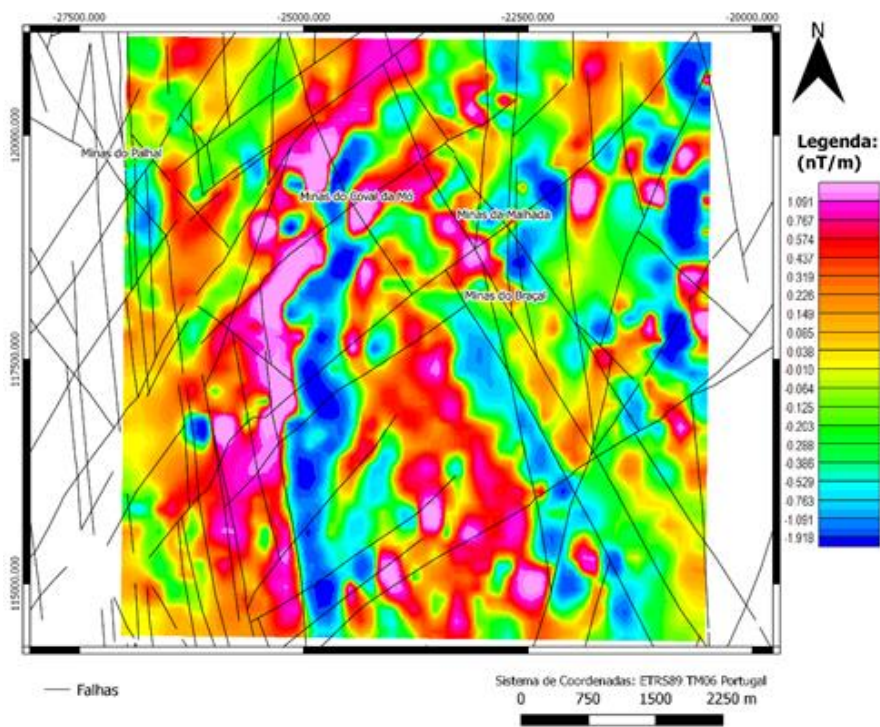


Figura 4.27 – Gradiente E-W da Anomalia Magnética com tectónica local.

Com a interpretação também litológica do local (Figura 4.28), é claro que a anomalia de maior intensidade N-S, encontra-se no contacto entre o C.X.G. e as Cristas Quartzíticas existentes.

A sul das Minas do Braçal, a anomalia de menor intensidade encontra-se paralela a um contacto do C.X.G. com os micaxistos, podendo sugerir que este contacto assinalado se encontra um pouco mais a Oeste, ou mesmo a existência de outra unidade litológica, como já referido anteriormente.

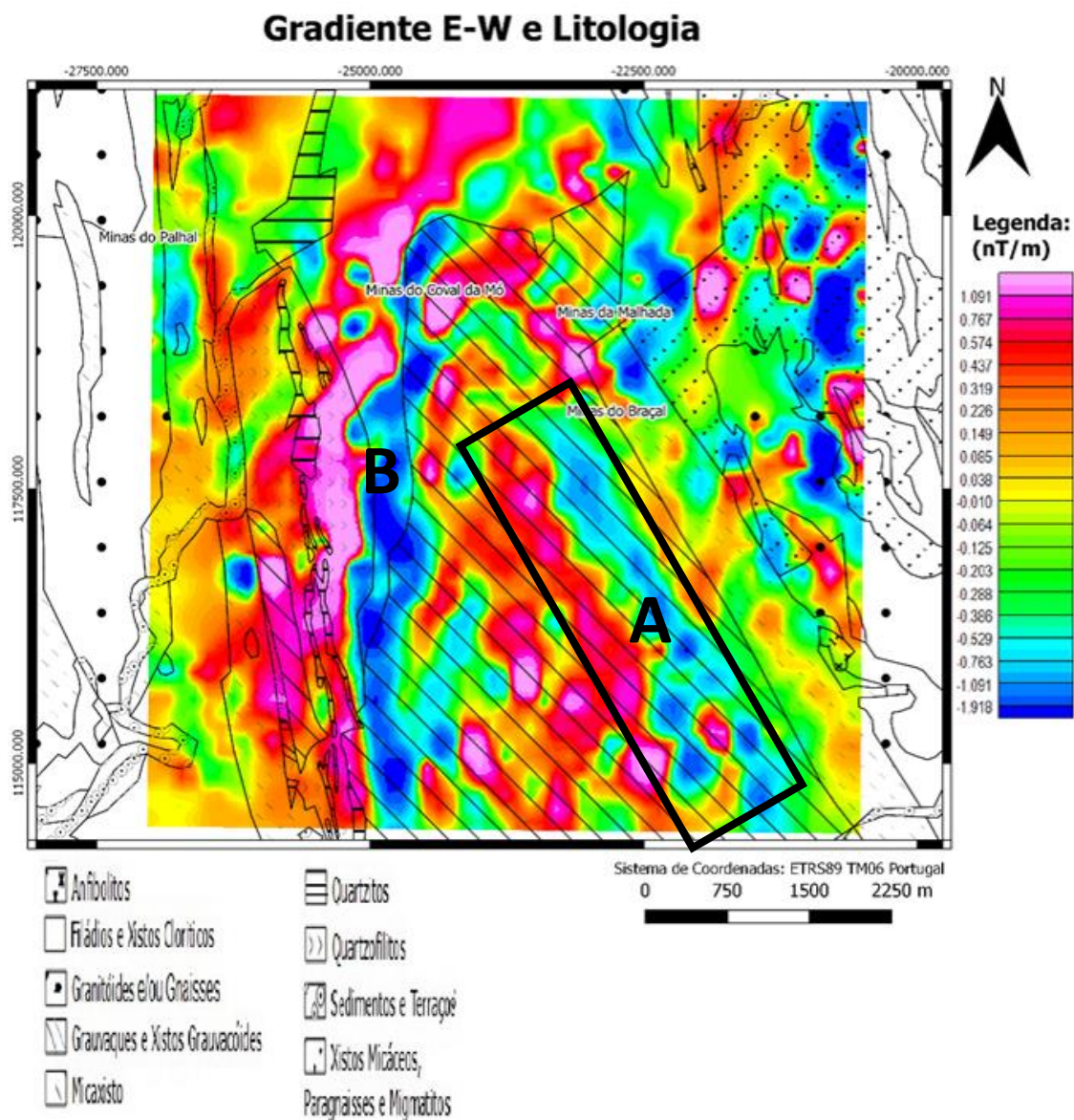


Figura 4.28 - Gradiente E-W da Anomalia Magnética com litologia local: A) Possível existência de uma outra unidade litológica; B) Diferenciação do C.X.G. dos Quartzitos.

Já analisando o gradiente N-S (Figura 4.29), é de realçar uma anomalia de forte intensidade nas Minas do Coval da Mó, com direção NE-SW, e de facto verifica-se que existe no local falhas cartografadas com essa direção e mesmo outras paralelas a norte e a sul.

Por fim, observando a litologia cartografa no local (Figura 4.30), não são evidentes quaisquer anomalias que evidenciem um contacto já cartografado, ao contrário do gradiente E-W, sendo evidente a possível presença de falhas já anteriormente abordadas.

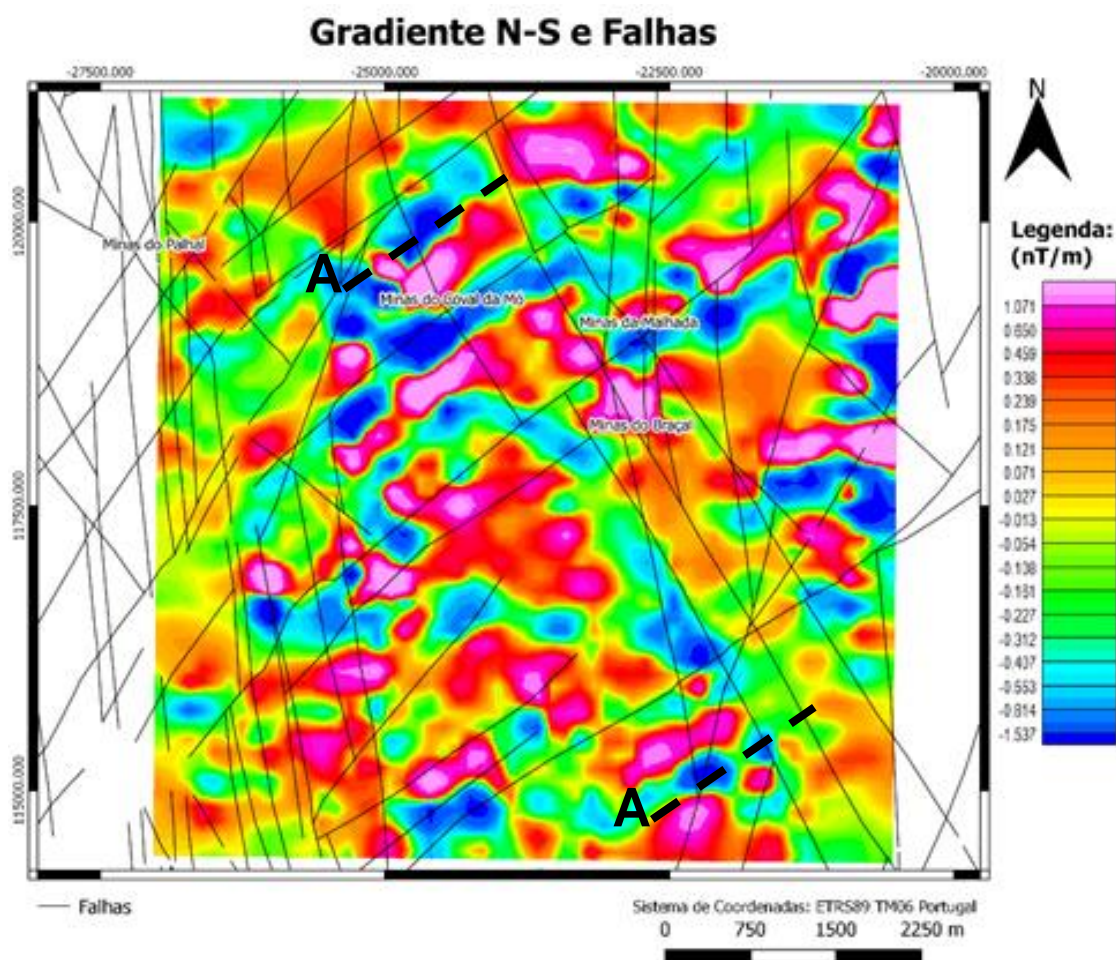


Figura 4.29 - Gradiente N-S da Anomalia Magnética com tectónica local: A) Possível presença de falhas, anteriormente abordadas.

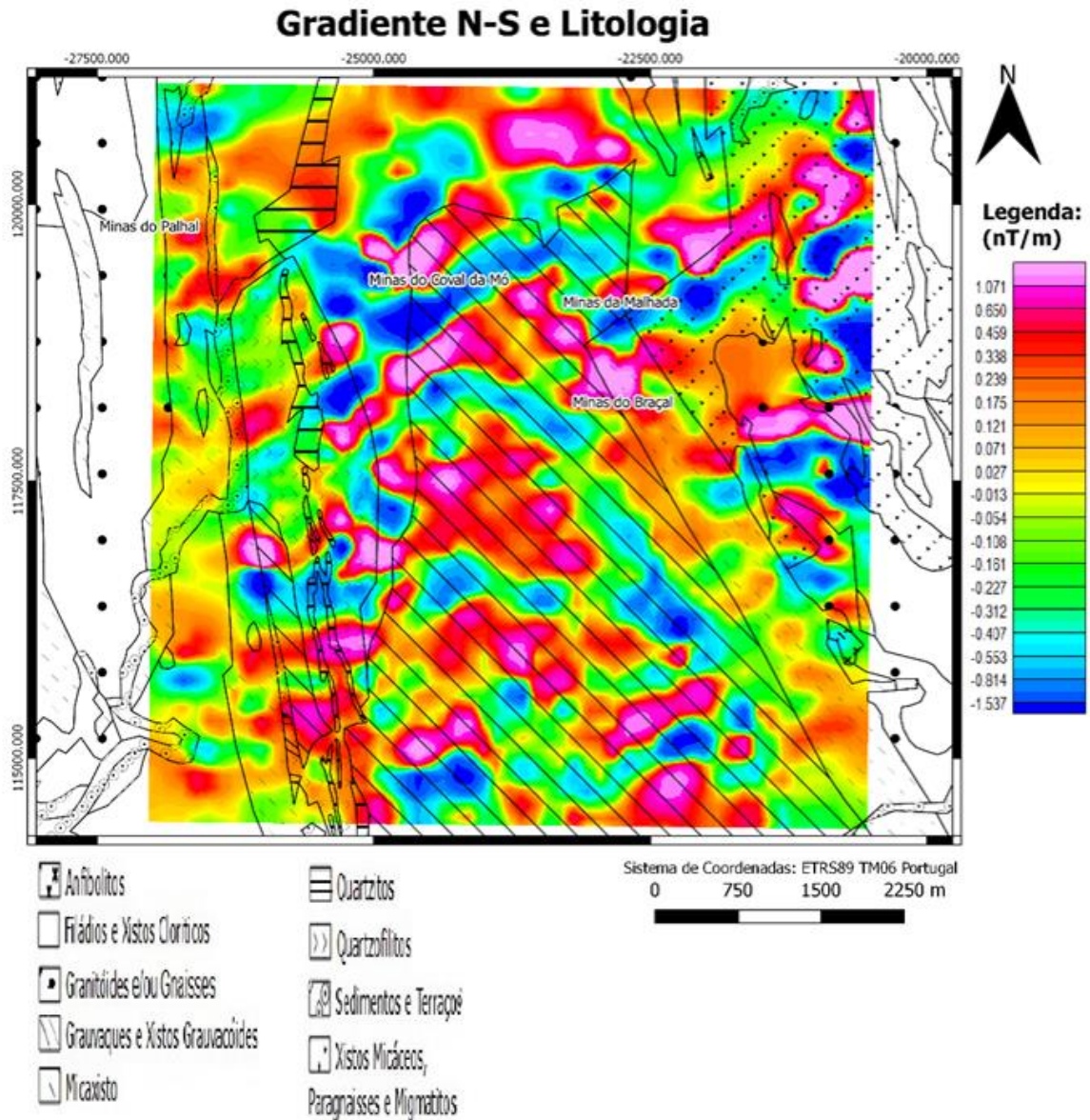


Figura 4.30 - Gradiente N-S da Anomalia Magnética com litologia local.

4.2.7.3 Deconvolução de Euler

O objetivo das deconvoluções de Euler é para estimar a profundidade da fonte magnética ou gravimétrica, também permitindo deduzir contactos litológicos a partir do mesmo. Este método é bastante usado já que diferentemente de outros

métodos não assume como premissa um modelo geológico particular, sendo necessário testar diferentes modelos, de forma a adequar a fonte ao modelo real (Reid et al., 1990; Rosse, 2009). Este método é baseado na equação de homogeneidade de Euler:

$$(x-x_0)\frac{\partial M}{\partial x} + (y-y_0)\frac{\partial M}{\partial y} + (z-z_0)\frac{\partial M}{\partial z} = N(B-M)$$

onde: B é o valor regional do campo magnético total e X_0, Y_0 e Z_0 são referentes à posição da fonte magnética, que produz o campo magnético total M medido em (x, y, z) . N é um índice estrutural que irá ser descrito posteriormente.

O grau de homogeneidade é interpretado como sendo o índice estrutural (N), denominado cientificamente por taxa de decaimento da anomalia com a distância entre a fonte e o campo de medida, sendo um indicador referente à forma geométrica da fonte magnética. São conhecidos quatro índices estruturas (Tabela 4.3):

Tabela 4.3 – Relação do índice estrutural e forma geométrica da fonte anômala, com uso da deconvolução de Euler.

Índice estrutural (N)	Forma geométrica da fonte anômala
1	Dique ou Soleira
2	Cilindro horizontal ou Vertical
3	Esfera

Teve-se neste trabalho como base a elaboração dos mapas para diferentes índices estruturais, para uma abordagem de possíveis diferentes corpos na origem da anomalia. Reid et al. (1990) constataram que não é necessária uma redução ao polo magnético antes da aplicação da deconvolução de Euler. Sendo assim todos os mapas da deconvolução de Euler com diferentes índices estruturais foram elaborados no programa Oasis Montaj, usando o mapa residual da área como objeto de estudo na estimativa de profundidades. O software efetua assim através do menu Euler3D, Transformadas rápidas de Fourier (*Fast Fourier transform*, ou FFT), para as diferentes direções e por fim estima as profundidades da anomalia.

No índice estrutural de 1 (Figura 4.31), que consistem em corpos do tipo dique ou soleiras, sendo estes os esperados causadores das anomalias verificadas devido a corpos filoneanos na zona, verifica-se que no Complexo Mineiro Braçal-Malhada as anomalias não têm profundidades muito elevadas, sendo a profundidade máxima teórica para a anomalia nesse local será de 234 metros. Já a principal anomalia positiva N-S, apesar de apresentar origens pouco profundas, na sua parte mais a Sul as anomalias têm uma profundidade estimada mais elevada, chegando mesmo no máximo a 336 metros. Mais a oriente, a anomalia positiva apresenta profundidade intermédias de 184 a 284 metros.

A norte das minas do Coval da Mó, parece haver um alinhamento NE-SW das profundidades estimadas para esse local, já mais profundas entre 234 a 333 metros. Curiosamente, existe um filão explorado nesse local com essa direção, porém o mesmo não apresenta qualquer nomenclatura ou pelo menos não foi encontrada.

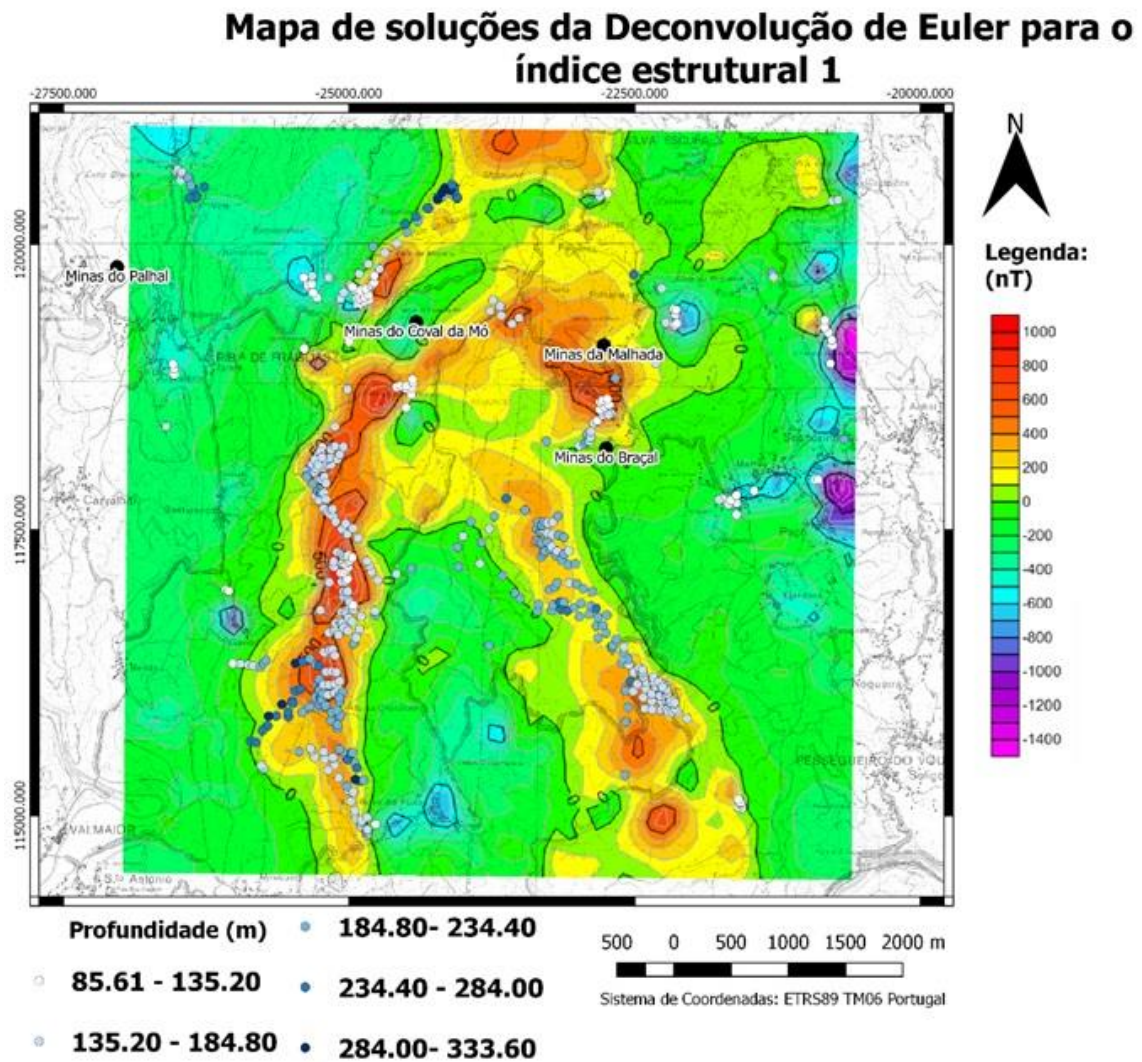
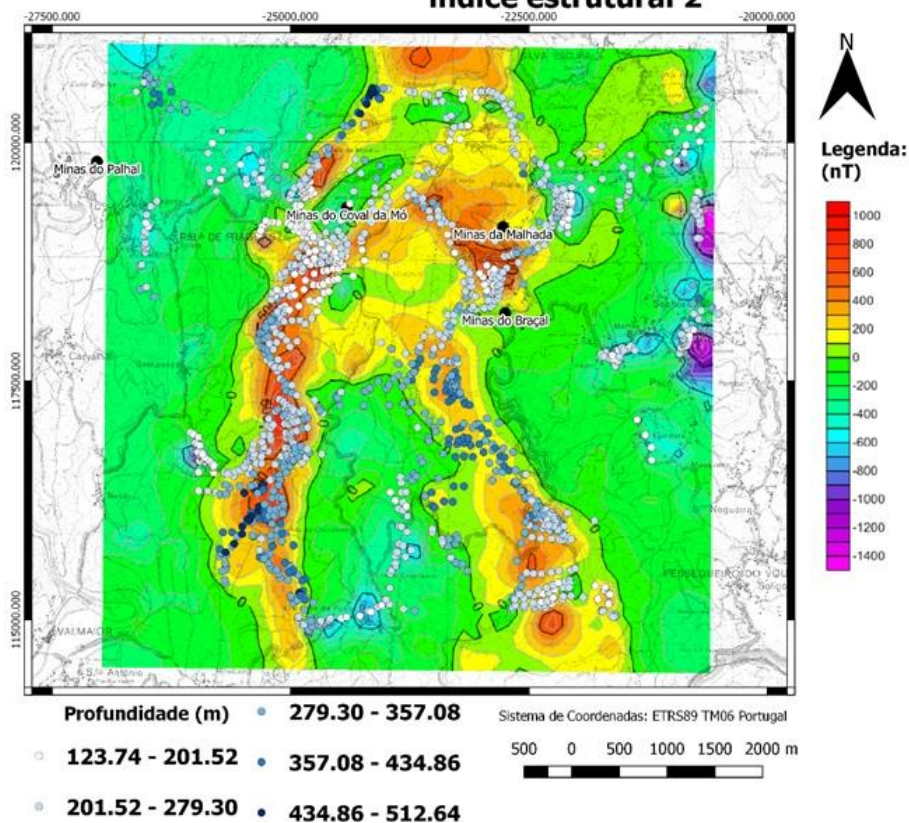


Figura 4.31 - Mapa de soluções da Deconvolução de Euler para o índice estrutural 1.

Aumentando o índice estrutural para dois (Figura 4.32a) e mesmo para três (Figura 4.32b), existe um maior número de soluções, porém apresentam um comportamento semelhante ao do índice anterior, com profundidades mais baixas no Complexo Mineiro do Braçal-Malhada e mais elevadas no alinhamento NE-SW a norte das minas do Coval da Mó. O mesmo se passa no sector sul da anomalia positiva N-S e em parte na anomalia positiva mais a oriente, com profundidades médias a altas nesses locais.

Mapa de soluções da Deconvolução de Euler para o índice estrutural 2



Mapa de soluções da Deconvolução de Euler para o índice estrutural 3

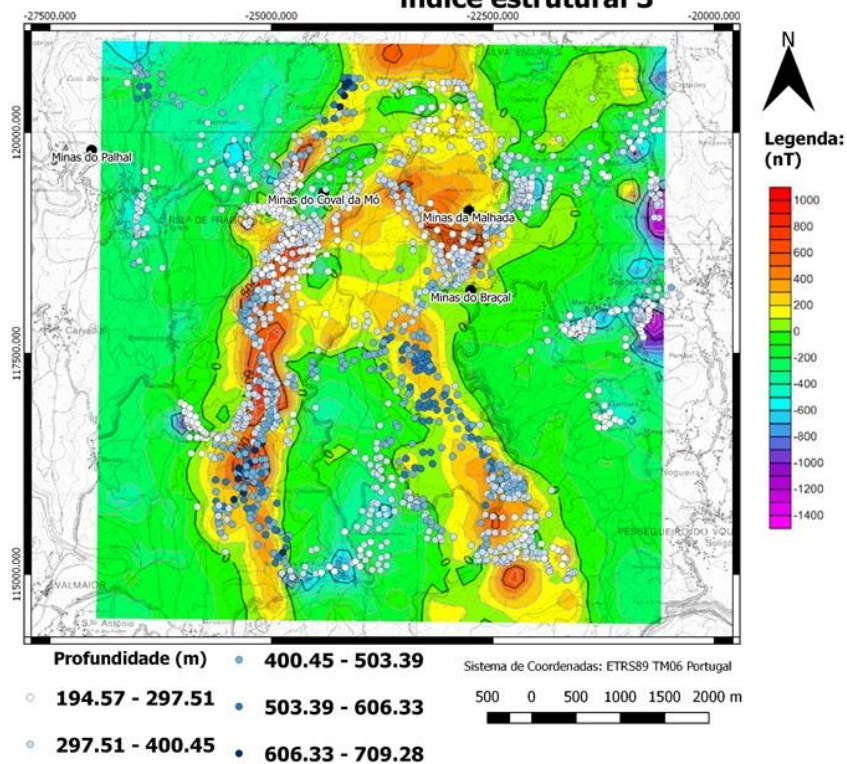


Figura 4.32 - (a) Mapa de soluções da Deconvolução de Euler para o índice estrutural 2; **(b)** Mapa de soluções da Deconvolução de Euler para o índice estrutural 3.

Capítulo 5: Prospeção Geoquímica

Em campanhas de prospeção mineira e petrolífera, é comum o uso integrado de métodos geofísicos e geoquímicos. Assim a geoquímica, aproveitando-se das características e comportamentos dos elementos químicos em vários meios, como rochosos, de solos, de sedimentos de corrente, águas superficiais e subterrâneas, contribui assim para o conhecimento e avanço na exploração mineira.

A bacia do Rio Vouga já foi alvo de estudos geoquímicos prévios realizados por Ferreira (1993) e Ferreira et al. (1996). Estes estudos mostraram ser eficazes no estudo na variação da composição química dos elementos estudados nos materiais geológicos locais, bem como na deteção de possíveis mineralizações, como por exemplo de chumbo e prata (Ferreira et al., 1996).

Assim neste estudo pretendeu-se não só definir o valor do fundo geoquímico local para os elementos em estudo, bem como delimitar possíveis anomalias geoquímicas de vários elementos de interesse na zona de estudo (Figura 5.1), já que há muita informação disponível sobre a existência de mineralizações, a sua tipologia e sobre os antigos trabalhos mineiros. Para uma comparação dos resultados obtidos foi usado como referência, e sempre que possível, o trabalho de Doutoramento de Ferreira (2000) intitulado *“Dados geoquímicos de base de sedimentos fluviais de amostragem de baixa densidade de Portugal Continental”*.

5.1 Amostragem

A campanha de amostragem foi realizada em duas etapas, no período de novembro de 2016 a janeiro de 2017 e em junho e julho de 2017. Foram recolhidas um total de 101 amostras de sedimentos de corrente. Em cada local procedeu-se ao registo das coordenadas de localização das amostras com um recetor de sinal de GPS e das observações consideradas relevantes para a análise dos resultados (Figura 5.1).

Devido ao relevo acidentado e a rede de drenagem da área de estudo, a escolha dos locais de amostragem não se efetuou segundo uma malha regular, mas teve em consideração a representatividade e dispersão de um número adequado de amostras de acordo com a dimensão da área de estudo previamente definida.

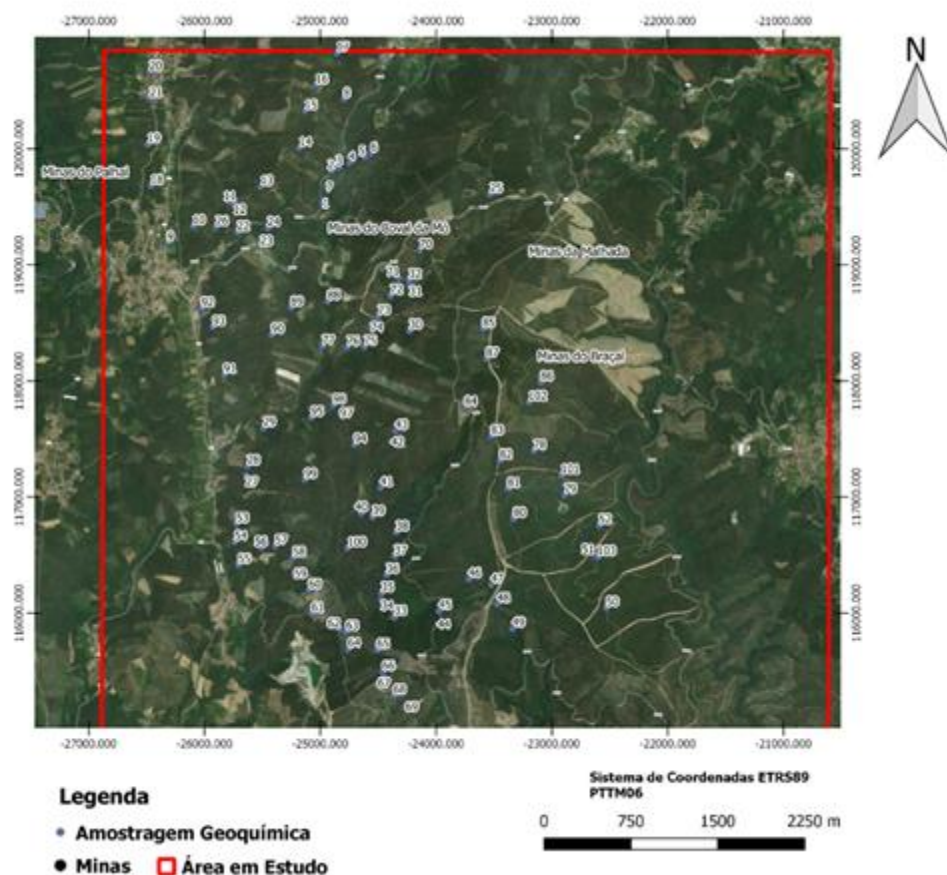


Figura 5.1 - - Área em estudo e localização dos locais de amostragem sobreposta à imagem de Google Satélite.

Foram previamente preparados e numerados sacos de plástico para cada local de amostragem. No campo, os sacos eram retirados por ordem numérica, ficando cada local de amostragem identificado à medida que o trabalho de campo avançava. Com a ajuda de uma pá de aço inoxidável colheram-se as amostras, nos locais da rede de drenagem, sempre que possível extraindo a fração mais fina do solo existente nessa linha de água, retirando geralmente entre 2 a 5 kg por amostra. Foram tomadas todas as medidas necessárias para evitar qualquer tipo de contaminação e para que as amostras não perdessem a sua identificação. Para além da pá de aço inoxidável, dos sacos de plástico, caderno de campo e o uso integrado de sistemas de georreferenciação das cartas topográficas 1:50 000, foram também utilizadas etiquetas de papel, escritas a lápis, que colocadas dentro de cada um dos sacos, serviu para identificar as amostras. Por fim o “fio de norte” foi para fechar os sacos e marcador indelével para referenciar os sacos.

5.2 Preparação física das amostras e análise química

Após chegada ao laboratório, as amostras foram sujeitas a procedimentos de tratamento adequados à tipologia de amostra e ao método de análise a aplicar nas fases subsequentes.

As amostras de sedimentos de corrente foram colocadas em tabuleiros devidamente identificados e colocadas a secar numa estufa, à temperatura de 40 °C, para eliminar o excesso de humidade. Optou-se por esta temperatura de secagem por ser a mais adequada, visto que a temperaturas mais elevadas pode ocorrer perdas de alguns elementos por volatilização.

Após a secagem e a desagregação das amostras de sedimentos, procedeu-se à peneiração das mesmas para separação da fração granulométrica <2 mm. A peneiração a 2 mm foi feita manualmente em peneiros de plástico, sendo o material com granulometria superior a 2 mm sido descartado. Seguidamente cada amostra foi convenientemente homogeneizada e, por quarteamento, foi obtida uma porção de amostra representativa da amostra inicial. Uma porção representativa de cada amostra (<2 mm) foi guardada num contentor de plástico. Por fim, procedeu-se à moagem das amostras representativa da fração < 2 mm num moinho de ágata para homogeneização do tamanho das partículas.

Para a análise química foi usado o protocolo da EPA (*Environmental Protection Agency*) 3051, sendo analisado aproximadamente 0.25 g em cada amostra. A análise química das amostras de solo foi realizada por espectrometria de massa acoplada a plasma indutivo (ICP-MS), no laboratório de Geoquímica Aplicada da Universidade de Aveiro, após uma digestão ácida (HCl-HNO₃). A digestão com aqua régia é o método de ataque químico mais usado em estudos ambientais de metais pesados. Este não é um ataque total, isto é, não dissolve totalmente todos os minerais presentes em amostras de solo e sedimentos de corrente. A capacidade de digestão varia de elemento para elemento e depende da mineralogia do material que compõe a amostra. Dissolve totalmente a maioria dos sulfuretos, óxidos, minerais de argila e minerais secundários formados durante os processos de formação dos solos e transporte de sedimentos. São também libertados elementos ligados à matéria orgânica. No entanto, a maioria dos minerais silicatados não são dissolvidos (Ferreira, 2000). As soluções obtidas após decomposição da amostra foram submetidas a uma análise multielementar (28 elementos) - Ag, Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Sn, Th, Ti, V, W, Zn. No Anexo 1, encontram-se os valores da análise química das amostras de sedimentos para os elementos mencionado anteriormente.

O rigor e a precisão analítica foram determinados utilizando materiais de referência e réplicas de amostras em cada conjunto analisado. Os resultados obtidos encontram-se dentro do intervalo de confiança de 95% dos valores recomendados, fornecidos pelo material certificado. O desvio padrão relativo foi de 5 a 10%.

5.3 Processamento e interpretação dos resultados

Para análise da matriz de dados foi utilizada a análise descritiva univariada, onde cada variável foi estudada isoladamente. No caso em que os elementos analisados apresentavam valores abaixo do limite de detecção (LD), foi assumido que a sua concentração seria metade do LD do dado elemento.

A estatística univariada é um método simples e robusto que se apoia num conjunto de medidas de síntese e representações gráficas para resumir um conjunto de dados quantitativos. Esta informação pode ser representada por histogramas e diagramas de extremos e quartis (box-plots). O principal objetivo desta fase é apresentar os dados obtidos em forma de tabelas e gráficos para que estes sejam de fácil análise. É de salientar que as medidas de localização (ou de tendência central) são a média e a mediana e as medidas de dispersão são a amplitude (máximo-mínimo), o desvio padrão, a assimetria e a curtose.

Apesar da cobertura da área não ser a ideal, já que não apresenta uma malha regular, condicionada pelos acessos e pelo percurso traçado pelas linhas água, efetuaram-se mapas de isotores, como já referido anteriormente, utilizando como método de interpolação a krigagem, sendo sempre que possível comparado os resultados obtidos com os mapas de da cartografia regional de baixa densidade (Ferreira, 2000). Merece referência particular o facto de não se ter efetuado colheita de amostras nas proximidades do complexo mineiro Braçal-Malhada, dado que estudos anteriores identificaram uma zona com grande contaminação em Pb devido à presença de escomboreiras existente no local, o que claramente poderia enviesar os resultados obtidos. Também a malha de amostragem não conseguiu cobrir locais a NE do Complexo Mineiro.

A análise estatística dos resultados foi efetuada através da utilização do software STATISTICA®. Os dados foram representados em diagramas de extremos e quartis, o método mais simples de comparar o comportamento do conjunto de dados e analisar a forma como os dados se distribuem nomeadamente quanto à maior ou menor concentração dos dados, à sua simetria e existência de valores aberrantes (outliers). Um diagrama de extremos e quartis (Figura 5.2) baseia-se exclusivamente na estrutura inerente dos dados, não partindo de qualquer tipo de assunção que se possa fazer relativamente à normalidade da distribuição dos dados (Ferreira, 2004).

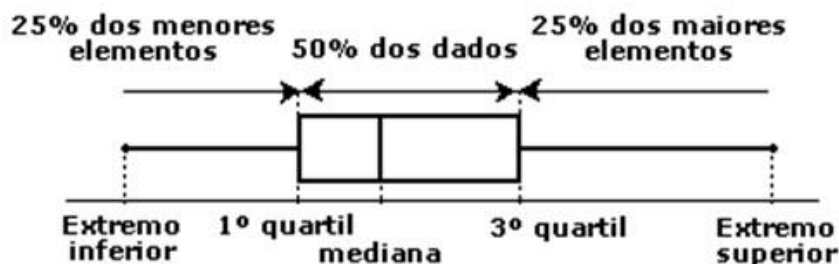


Figura 5.2 – Diagrama de extremos e quartis retirado em 29/09/2017 de http://www.alea.pt/html/nocoos/html/cap3_2_36.html

O conjunto dos valores da amostra compreendidos entre o 1º e o 3º quartil (Q1 e Q3) é representado por um retângulo (caixa) com o valor da mediana indicada por uma barra. A largura do retângulo não dá qualquer informação, pelo que pode ser qualquer. Consideram-se seguidamente duas linhas que unem os meios dos lados do retângulo com os extremos da amostra (Figura 5.2). As medidas de síntese foram calculadas utilizando o programa Statistica 9.0® foram a média, mediana, mínimo e máximo e os valores dos percentis P_5 , P_{10} , P_{25} , P_{75} , P_{90} , P_{95} e P_{99} . As medidas de dispersão apresentadas são a variância e o desvio padrão (D.P.). As medidas de assimetria que se apresentam e discutem são o coeficiente de assimetria (S), e a curtose (Curt). A tabela 5.1 apresenta então a estatística univariada dos elementos analisados.

A análise bivariada de dados pretende apurar a existência de correlação entre dois dos elementos (variáveis). A correlação entre duas ou mais variáveis pode variar entre -1.0 e +1.0, sendo estes valores o espelho de uma correlação perfeita, quer seja ela positiva ou negativa. Os valores de correlação acima de -0.5 e abaixo de +0.5 representam variáveis correlacionadas entre si (Davis, 1986). A análise bivariada e as suas correlações são aqui expostas no Anexo 3.

5.4 Distribuição espacial dos elementos Ag, Al, As, Be, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Sn, Th, Ti, V, W, Zn nos sedimentos de corrente

A distribuição espacial dos teores de metais num dado ambiente geológico representa o produto final de uma série de processos naturais no decurso dos quais podem ocorrer fenómenos de empobrecimento/enriquecimento. A introdução de quantidades variáveis de metais e seus compostos pelas atividades antrópicas vai por sua vez afetar mais ou menos drasticamente os padrões naturais de migração em ambiente superficial (Moreno, 2000).

O estudo do comportamento dos elementos químicos presentes nos sedimentos é importante nas fases de prospeção regional e estratégica.

Tabela 5.1 - - Análise Univariada dos elementos em estudo (valores em mg kg⁻¹).

Elem	Min	P ₅	P ₁₀	P ₂₅	P ₅₀	Média	P ₇₅	P ₉₀	P ₉₅	P ₉₉	Max	D.P.	S	Curt.
Ag	0,03	0,05	0,05	0,07	0,09	0,18	0,14	0,40	0,58	1,49	2,10	0,30	4,4	21,5
Al	6389,0	14689,0	15684,0	19354,0	24394,0	23956,0	28293,0	32693,0	35068,0	39840,0	48448,0	7011,0	0,3	1,0
As	2,76	4,40	6,25	10,22	18,63	23,10	29,48	42,95	53,98	83,01	107,40	17,55	2,0	5,8
Be	0,05	0,05	0,05	0,43	0,61	0,73	0,92	1,29	1,48	2,52	2,70	0,50	1,5	3,6
Ba	17,9	35,3	42,9	60,2	74,5	75,3	88,6	110,1	124,9	137,4	162,8	26,6	0,5	0,6
Bi	0,04	0,08	0,09	0,15	0,28	0,32	0,30	0,45	0,68	1,75	4,40	0,47	7,1	59,1
Ca	72,0	72,0	72,0	72,0	204,7	376,7	445,9	964,4	1378,0	2180,0	2539,8	460,9	2,4	6,5
Cd	0,02	0,02	0,04	0,08	0,14	0,28	0,29	0,50	0,80	2,11	4,00	0,50	5,1	32,1
Co	1,5	2,0	2,4	3,7	7,0	15,1	15,5	38,6	50,7	82,8	204,8	24,5	5,2	36,3
Cr	12,0	38,6	58,2	84,6	127,8	148,8	187,1	239,7	263,8	522,5	642,4	102,4	2,2	7,1
Cu	6,7	15,7	19,1	24,4	30,2	33,7	38,5	47,9	59,9	94,0	151,4	18,0	3,4	18,5
Fe	8104,0	13190,0	14486,0	23505,0	27208,0	31999,1	32808,0	38109,0	43773,0	80369,0	403065,0	38875,1	8,9	85,1
K	1007,1	1532,0	1853,0	2509,0	3524,0	3481,2	4386,0	5280,0	5606,0	6228,0	6312,9	1278,4	0,2	-0,6
Li	3,2	18,1	23,5	32,1	42,0	45,0	54,9	66,4	93,3	103,1	122,6	21,7	1,1	1,8
Mg	150,2	778,0	1169,0	1812,0	2764,0	3218,9	4318,0	5360,0	6965,0	9210,0	11656,9	2000,9	1,4	3,0
Mn	20,0	38,2	53,8	65,6	106,2	239,0	218,7	560,7	742,4	1659,6	2109,0	337,8	3,3	13,2
Mo	0,07	0,30	0,46	0,75	1,18	1,48	1,73	2,75	4,08	6,15	9,50	1,34	3,1	13,9
Na	63,0	63,0	63,0	63,0	156,9	241,1	302,6	621,4	709,8	945,8	222,0	1,7	2,9	1139,3
Ni	4,6	12,4	12,9	16,3	21,8	30,0	34,2	56,0	75,6	105,1	130,0	22,3	2,1	5,1
P	77,7	99,0	125,4	161,7	243,7	365,1	323,7	476,8	553,3	1625,8	9155,8	903,6	9,4	92,1
Pb	12,7	16,3	19,5	24,3	38,3	267,3	102,2	329,5	1215,9	4381,8	5986,3	853,9	5,0	26,4
Sb	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,06	0,07	0,12	0,16	0,50	0,70	0,09	4,6	26,4
Sn	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,08	0,09	0,19	0,26	0,58	0,70	0,11	3,6	15,2
Th	0,88	1,62	1,92	2,95	4,38	4,55	5,60	7,25	8,17	10,81	11,30	2,11	0,8	0,7
Tl	0,06	0,08	0,09	0,09	0,12	0,15	0,18	0,24	0,38	0,46	0,50	0,09	2,1	5,0
V	3,44	12,40	13,66	20,62	28,27	29,79	36,59	43,39	49,13	95,93	107,40	14,95	2,2	9,5
W	0,03	0,03	0,03	0,07	0,16	0,24	0,27	0,50	0,65	1,23	3,40	0,37	6,3	50,7
Zn	9,3	18,5	24,8	35,2	51,4	76,7	93,0	143,8	190,0	349,5	479,1	73,6	2,9	10,9

Esta primeira abordagem de base de dados geoquímicos poderá fornecer indicações úteis sobre as potenciais áreas para a realização de uma prospeção táctica utilizando como meio amostral o solo e numa malha de amostragem mais apertada. As cartas representam a variação espacial das concentrações dos elementos químicos nas amostras de sedimentos de corrente foram elaboradas no programa Surfer versão 13. Os limites das classes cartografadas correspondem aos valores dos percentis apresentados na tabela 4.

Para a elaboração dos mapas foram utilizados os seguintes intervalos: [mínimo - 5%]; [5% - 10%]; [10% - 25%]; [25% - 50%]; [50% - 75%]; [75% - 90%]; [90% - 95%]; [95% - 99%] e [99 – máximo] encontrando-se na figura apenas referido o valor do limite superior. Os mapas foram efetuados utilizando como estimador a krigagem tendo por base uma análise geoestatística (utilizando o programa Surfer). As cartas obtidas foram posteriormente para o ambiente QGIS para possibilitar a comparação dos resultados com outra informação designadamente a geologia, fracturação, e os dados das campanhas de geofísica.

5.4.1 Ag (Prata)

A prata (Ag) é um elemento traço da crosta terrestre e devido à existência conhecida de ocorrências minerais filonianas na área, nomeadamente de Pb-Zn-Cu com Ag associado, é expectável encontrar valores elevados deste elemento quer através das ocorrências minerais propriamente ditas, quer através dos materiais das escombrelas adjacentes àquelas que foram sujeitas a exploração. A figura 5.3 apresenta a cartografia dos teores de Ag na área em estudo.

De facto, visualizando a cartografia regional de Ferreira (2000), verifica-se já que a zona em estudo apresenta teores elevados deste elemento em relação ao resto do país, com cerca de 0.9 mg kg^{-1} , onde o resto do país e a ZCI apresentam uma mediana inferior a 0.1 mg kg^{-1} . Analisando os teores de Ag obtidos nesta campanha verifica-se que o valor do fundo geoquímico se apresenta semelhante às da ZCI ($<0.1 \text{ mg kg}^{-1}$), sendo possível claramente identificar-se duas anomalias (Figura 5.3). Uma delas (**A**) localiza-se a Norte das Minas do Coval da Mó, no mesmo local onde se verifica a existência de uma anomalia magnética. A outra anomalia (**B**), a SW do complexo mineiro Braçal-Malhada encontra-se com uma orientação NW-SE, apresentando uma orientação semelhante e no mesmo local que a anomalia magnética registada.

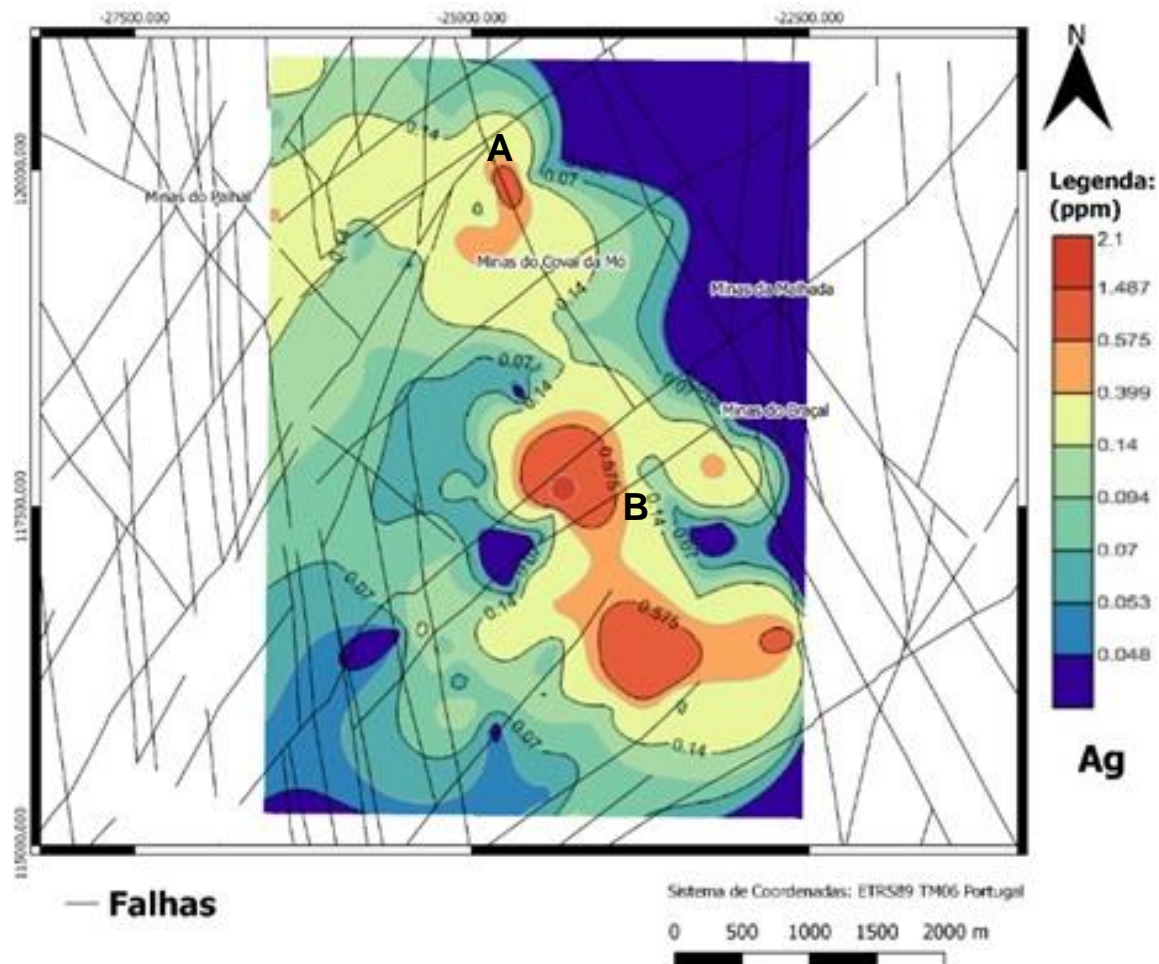


Figura 5.3 – Cartografia dos teores de Ag com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.

É de realçar que as anomalias somente se encontram associadas aos materiais do C.X.G. e nos “Filádios e Xistos Cloritos”, diminuindo de intensidade nos quartzitos e quartzofilitos (Figura 5.4), não sendo já tão evidente a relação dos filões mineralizados e as anomalias obtidas (Figura 5.5). Verifica-se que no complexo mineiro Braçal-Malhada os valores têm que ser analisados com cuidado (os valores obtidos estão abaixo do que seria expectável), isto devido ao problema anteriormente referido, ou seja, a falta de um número representativo de amostras nessa zona.

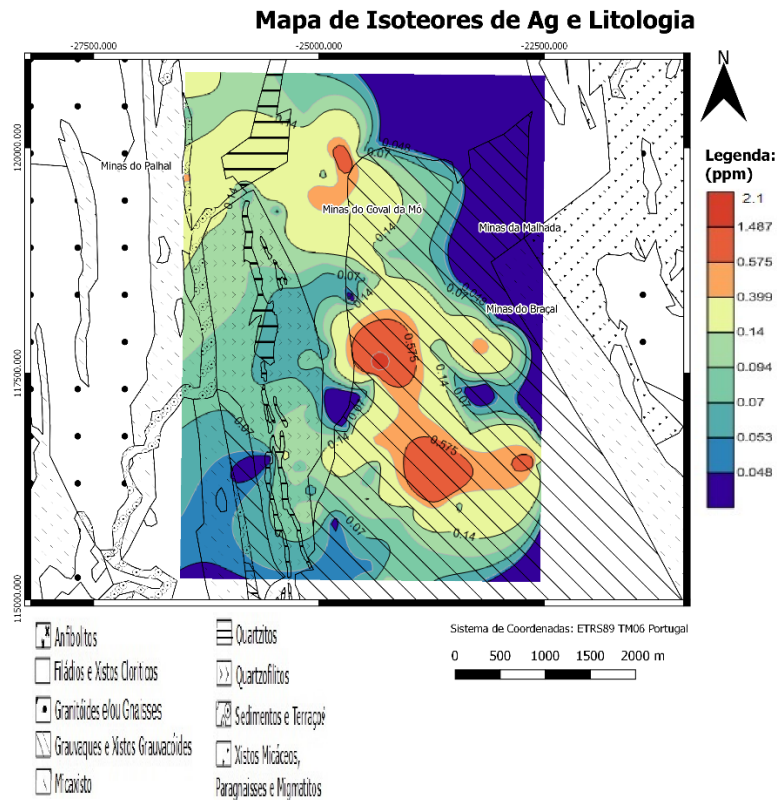


Figura 5.4 - Cartografia dos teores de Ag com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e litologia regional.

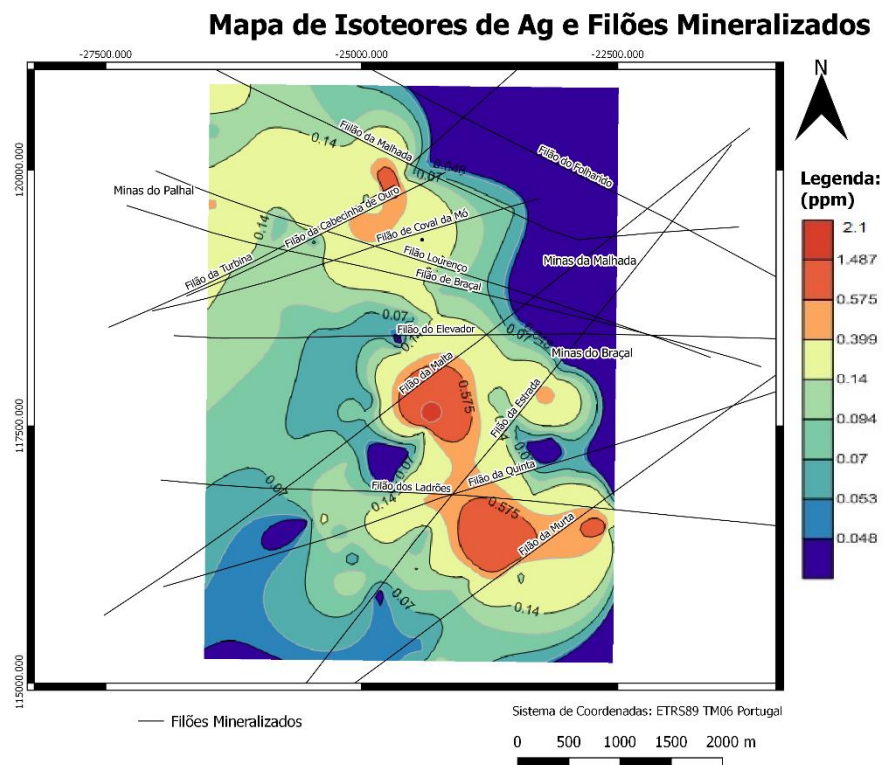


Figura 5.5 - Cartografia dos teores de Ag com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e Filões Mineralizados.

5.4.2 Al (Alumínio)

A meteorização dos minerais deverá ser a principal fonte de Al no ambiente superficial. No local em estudo verifica-se o valor mediano é de 24394 mg kg^{-1} , sendo este superior ao valor da mediana encontrado nos materiais da ZCI (18000 mg kg^{-1}) e em materiais associados às rochas metassedimentares (5800 mg kg^{-1}). Para a zona em estudo Ferreira (2000), estima uma concentração de 1.88 a 2.08%, verificando-se nesta campanha valores um pouco mais elevados de 2.44%.

Da análise da figura 5.6 verifica-se a existência de várias zonas anómalas no mapa, como nas Minas do Coval da Mó e NW da mesma, podendo aqui os valores elevados explicados devido a ocupação antrópica que esse local teve, bem como lixiviação das escomboreiras e das fundições. Já a anomalia mais a Sul, pode ser explicada devido à existência de uma pedreira nesse local. Porém a explicação de ocupação antrópica não pode explicar, a anomalia de maior intensidade na área, já que a mesma não existe, sendo este local de elevado interesse já que como se irá verificar posteriormente, vários elementos apresentam uma anomalia elevada neste local.

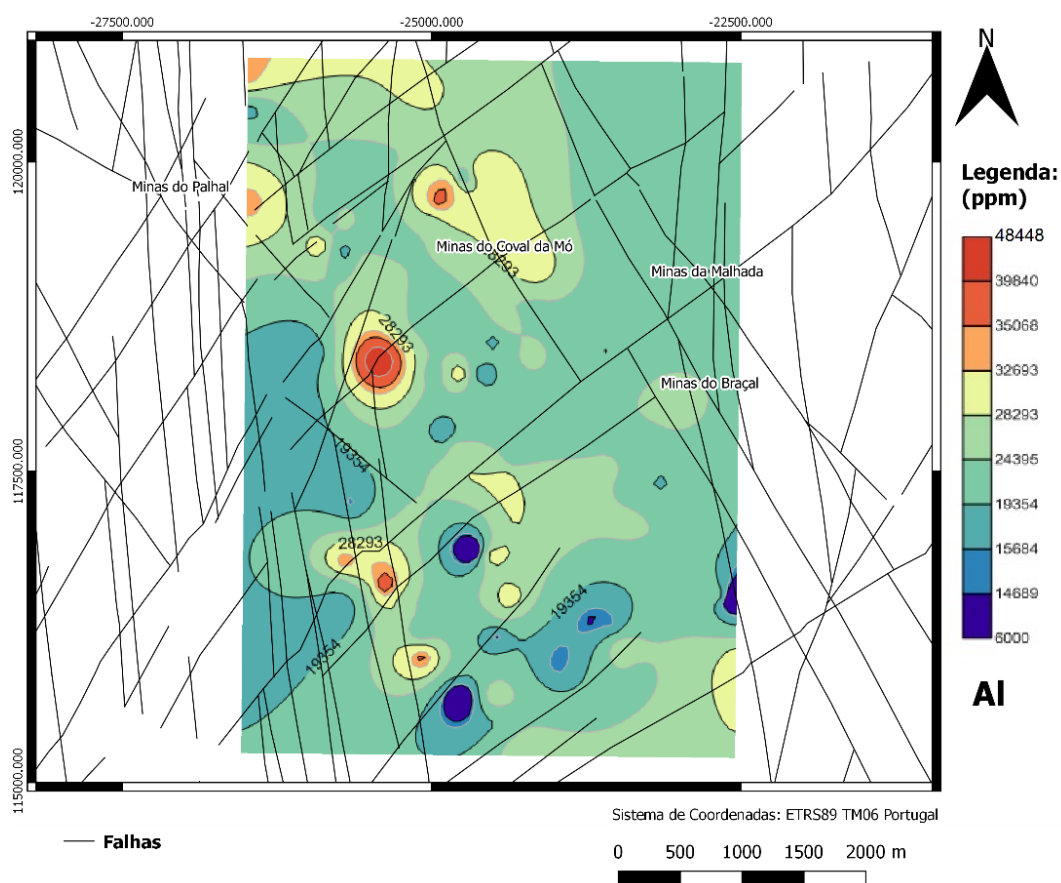


Figura 5.6 - Cartografia dos teores de Ag com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.

5.4.3 As (Arsénio)

Relativamente às anomalias verificadas não parecem ter uma forte relação com a localização das minas existentes (Figura 5.7), à exceção da Mina do Palhal, sendo necessário alargar a zona de estudo essa Mina para confirmar esta hipótese. Na cartografia regional geoquímica de Ferreira (2000), o As varia nesta zona entre 13 a 16 mg kg⁻¹. O valor da mediana calculado neste estudo é de 18.6, muito próximo dos valores estimados para a zona. Apesar das mineralizações da área serem sulfuretadas, não há relatos de abundância de arsenopirite.

5.4.4 Ba (Bário)

O bário pode ter algum interesse na região, já que, como foi referido anteriormente, este faz parte da ganga quartzo-barítica existente no complexo mineiro Braçal-Malhada. Analisando a cartografia regional geoquímica de Ferreira (2000), a região apresenta valores entre os 45 a 50 mg kg⁻¹. Os valores detetados neste estudo são ligeiramente superiores, apresentando um valor de mediana de 74 mg kg⁻¹. Porém este facto pode ser justificado devido a natureza das rochas, onde o mesmo autor sugere uma concentração de 70 mg kg⁻¹ para rochas metassedimentares.

No entanto, não parece haver uma forte correlação das anomalias de Ba localizadas na região com a localização no complexo mineiro Braçal-Malhada e a consequente escombreira adjacente (Figura 5.8). No entanto, as minas do Coval da Mó apresentam valores ligeiramente elevados, bem como perto das Minas do Palhal. Verifica-se mais a sul uma zona anómala, já descrita anteriormente para o Al.

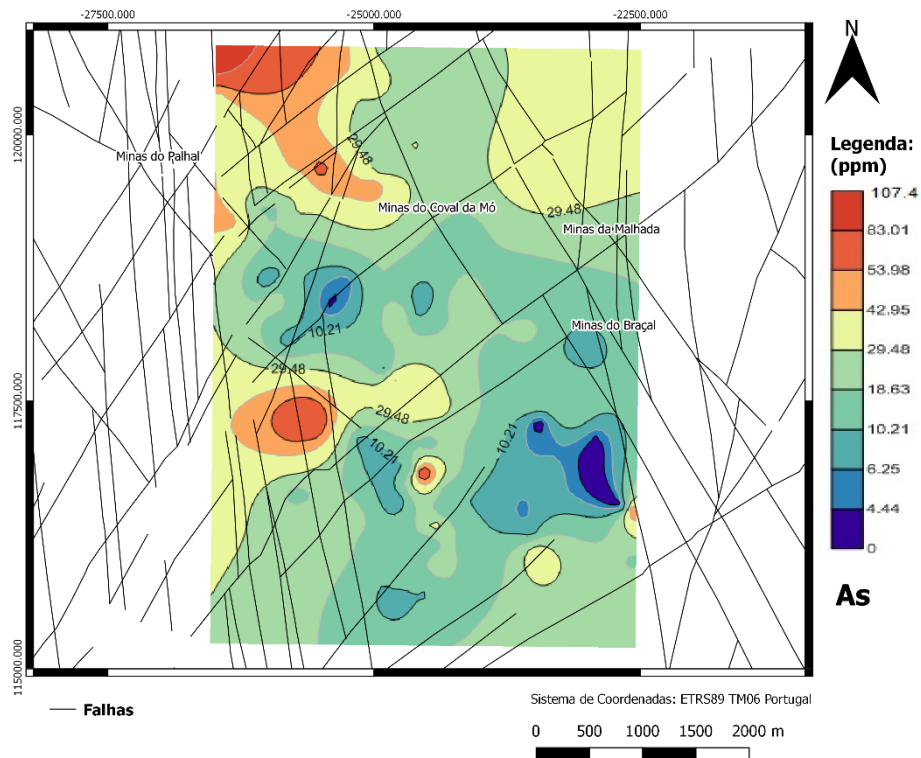


Figura 5.7 - Cartografia dos teores de As com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.

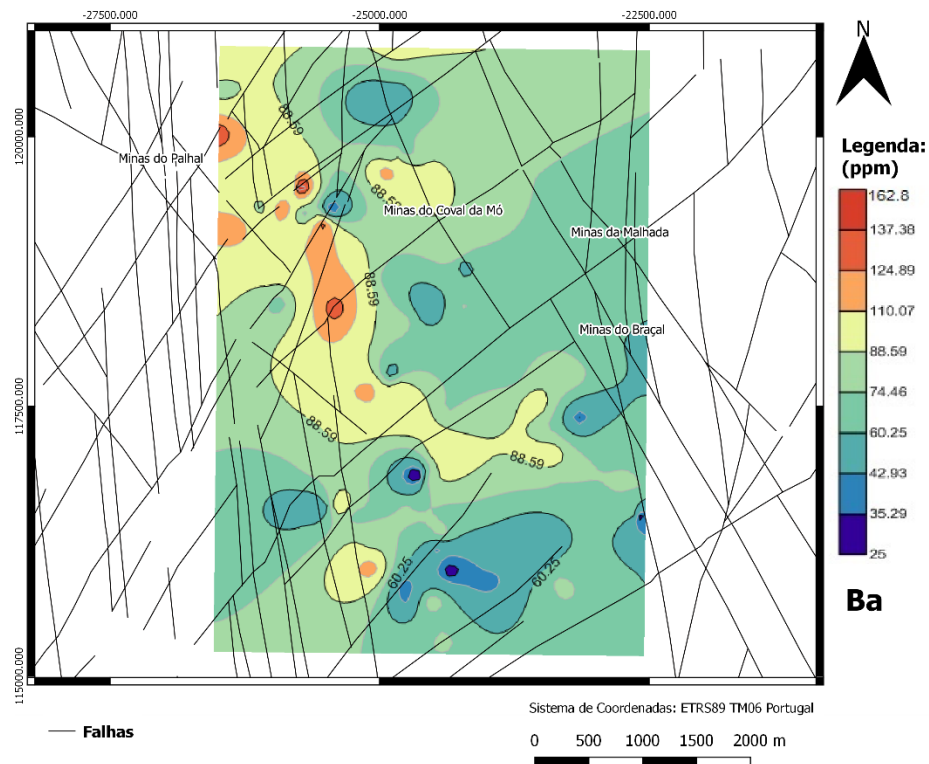


Figura 5.8 - Cartografia dos teores de Ba com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.

5.4.5 Be (Berílio)

No conjunto de dados constatou-se que 11 amostras apresentaram concentrações abaixo do limite de deteção (LD), correspondendo a 10.7% do total das amostras. Verifica-se que a Oeste das Minas do Braçal e Sudeste das Minas do Palhal as anomalias são mais intensas (Figura 5.9).

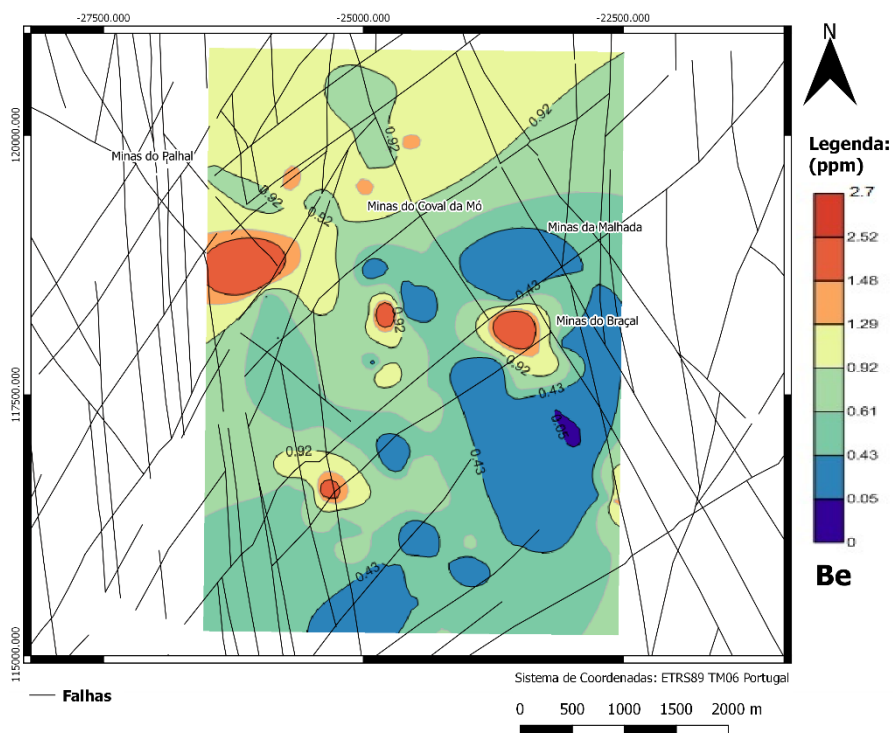


Figura 5.9 - Cartografia dos teores de Be com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.

5.4.6 Bi (Bismuto)

Para este elemento um total de 29 amostras apresentam concentrações abaixo do LD, o que equivale a 28.2% das amostras. Na cartografia geoquímica regional de Ferreira (2000), não se verificam valores interpolados para esta zona. No entanto, verifica-se que as concentrações nas áreas mais próximas variam de valores abaixo de 2 a 5 mg kg⁻¹. Os materiais associados à ZCI assim como os das formações metassedimentares apresentam valores < 2 mg kg⁻¹ (Ferreira, 2000). A zona em estudo apresenta um valor de mediana de 0.283 mg kg⁻¹.

As anomalias detetadas na área em estudo parecem estar associadas às minas do Palhal e Coval da Mó, com uma maior intensidade nas minas do Palhal (Figura 5.10). Estas de

facto parecem ter uma contribuição mais relevante de W-Sn-Bi-Sb que as restantes, como se irá verificar posteriormente.

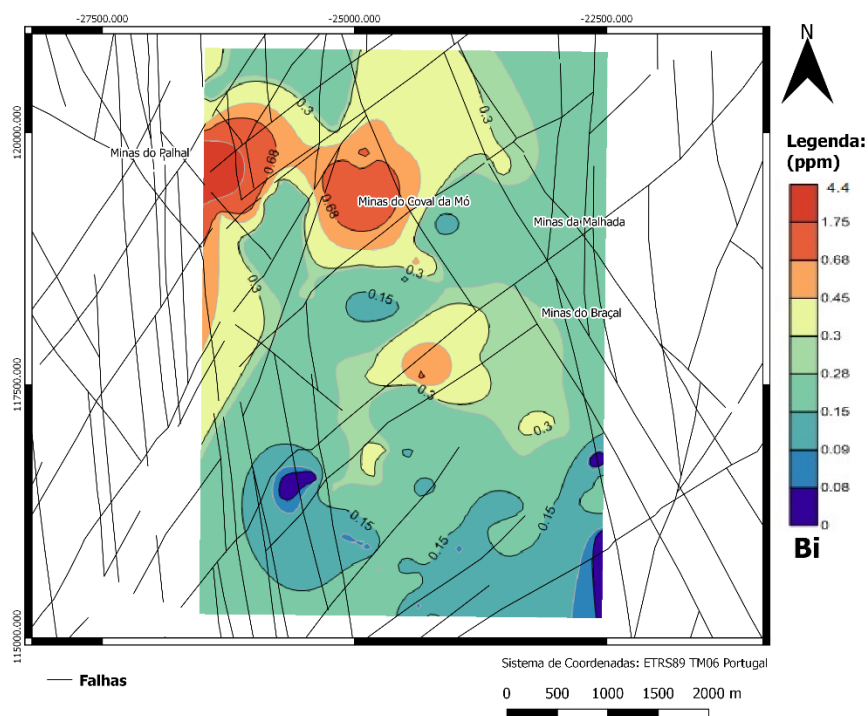


Figura 5.10 - Cartografia dos teores de Bi com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectônica regional.

5.4.7 Ca (Cálcio)

O elemento cálcio (Ca) apresentou um elevado número de amostras, 41, no limite ou abaixo LD, o que equivale a 39.8% das amostras. Mesmo assim efetuou-se a análise estatística e a respetiva representação espacial. Segundo Ferreira (2000), na área em estudo, observaram-se concentrações que variaram entre 0.11-0.14%. Nesta campanha o valor da mediana foi de 0.02%. Comparando os resultados deste estudo com valores típicos da ZCI e de rochas metassedimentares em Portugal, de 1700 mg kg⁻¹ (Ferreira, 2000), verifica-se valores bastantes baixos de Ca, com uma mediana de 204 mg kg⁻¹ (Figura 5.11).

5.4.8 Cd (Cádmio)

As ocorrências de Cd é comum coincidirem espacialmente com ocorrências minerais e/ou antigas explorações mineiras de elementos como o Zn, Pb, Au, Ag, Sb, W, Sn, Ti (Ferreira, 2000). Neste trabalho 9 amostras apresentaram concentrações abaixo do LD, o que equivale a 8.7% das amostras.

Na cartografia geoquímica regional de Ferreira (2000), não são apresentados valores para esta zona. Porém, verifica-se que as concentrações nas zonas mais próximas do local em estudo variam entre 0.2 e 0.4 mg kg⁻¹ podendo alguns locais apresentarem pontualmente valores da ordem dos 2.7 mg kg⁻¹. As amostras representativas da ZCI apresentam teores da ordem de 0.2 mg kg⁻¹ e as rochas metassedimentares valores inferiores a 0.2 mg kg⁻¹. Na zona em estudo o valor da mediana é de 0.135 mg kg⁻¹. As anomalias detetadas na zona em estudo localizam-se a Sul e SW das Minas do Braçal, seguindo em parte a anomalia magnética observada nesse local. Nas outras minas da região não é tão evidente o impacto da atividade mineira desenvolvida no local (Figura 64).

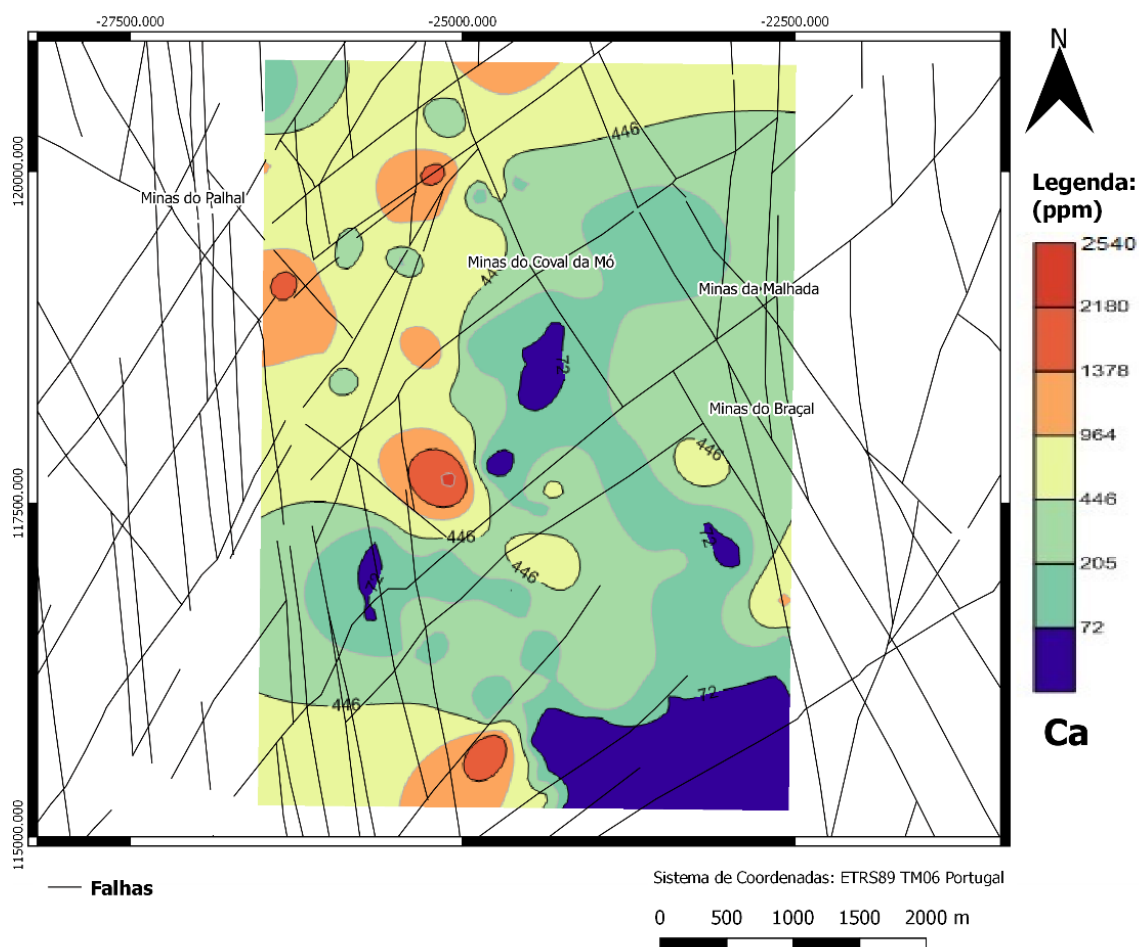


Figura 5.11 - Cartografia dos teores de Ca com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.

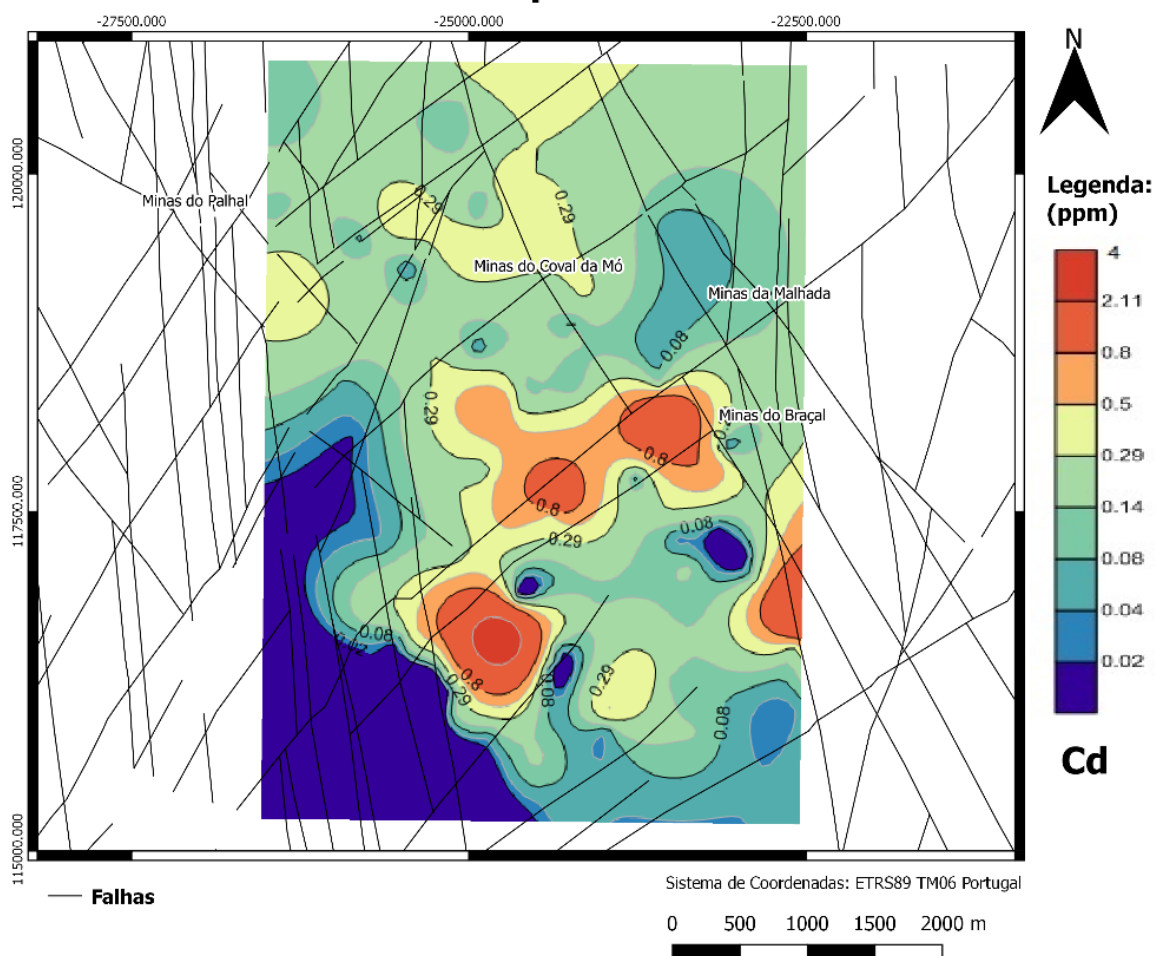


Figura 5.12 - Cartografia dos teores de Cd com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.

5.4.9 Co (Cobalto)

O Co poderá ter algum interesse na área em estudo devido a relatos da exploração secundária deste elemento na Mina do Palhal.

Para o local em estudo Ferreira (2000), estima uma concentração que varia entre os 13.8 a 18.6 mg kg⁻¹, apresentando a ZCI valores da ordem de 8 mg kg⁻¹ e as rochas metassedimentares de 14 mg kg⁻¹. No caso em estudo obteve-se um valor mediano de 6.98 mg kg⁻¹.

De acordo com a figura 5.13 verifica-se que a Oeste das Minas do Braçal existe uma forte anomalia, que necessita de ser estudada mais detalhadamente.

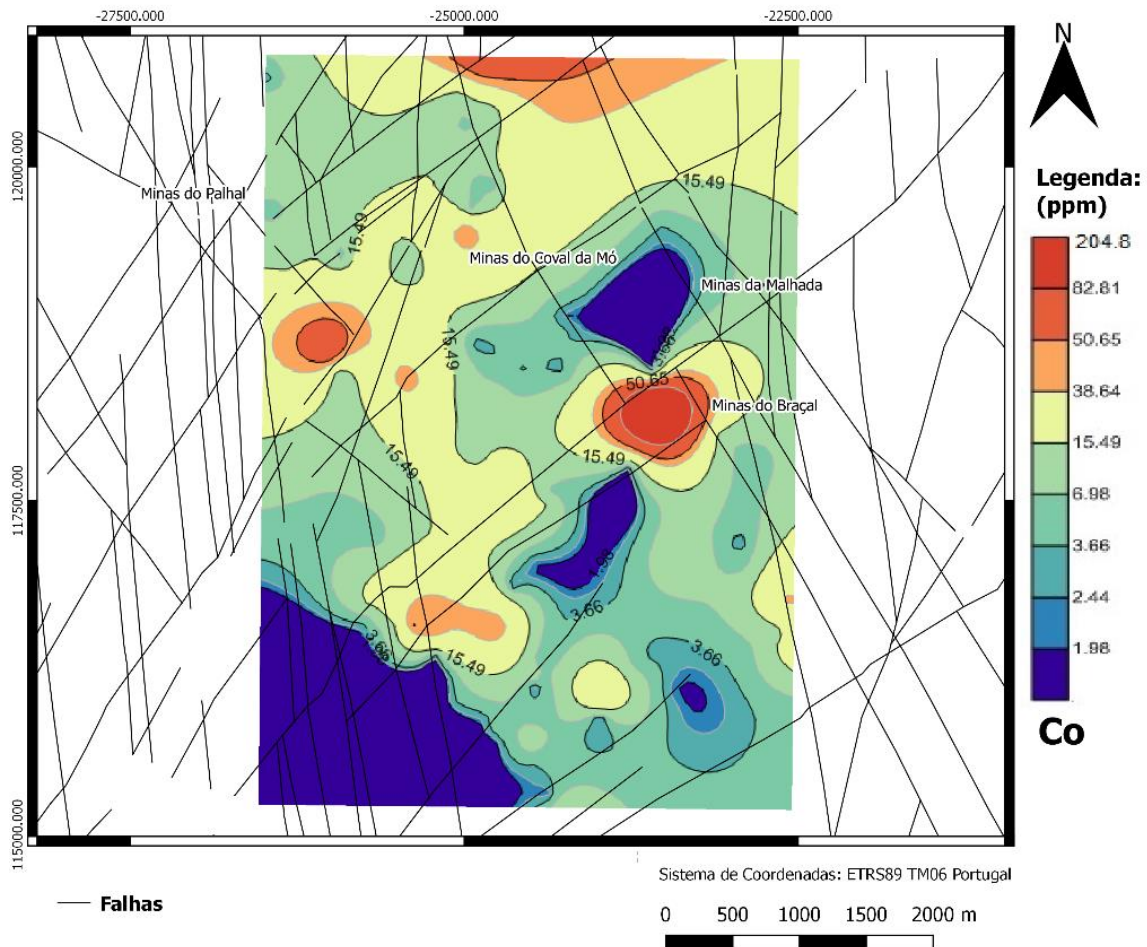


Figura 5.13 - Cartografia dos teores de Co com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.

5.4.10 Cr (Crómio)

A cromite, que é o mineral de crómio mais frequente nas rochas ultrabásicas e sendo um mineral resistente não é dissolvido em água régia.

De acordo com a cartografia de Ferreira (2000), a zona em questão apresenta concentrações que variam entre 30 a 34 mg kg⁻¹. Na zona em estudo verifica-se que os valores obtidos são bastante superiores, com um valor da mediana de 127.77 mg kg⁻¹. Este valor é de facto bastante elevado comparando com o fundo geoquímico local já referido anteriormente e com os valores típicos da ZCI (21 mg kg⁻¹) e das rochas metassedimentares (31 mg kg⁻¹).

As anomalias verificadas no local coincidem com a anomalia magnética verificada a NW das Minas do Coval da Mó, e a Oeste do Complexo Mineiro Braçal-Malhada (Figura 5.14). Ainda é de realçar a presença de uma anomalia a Sul do Complexo Mineiro, não sendo evidente qual a origem da mesma.

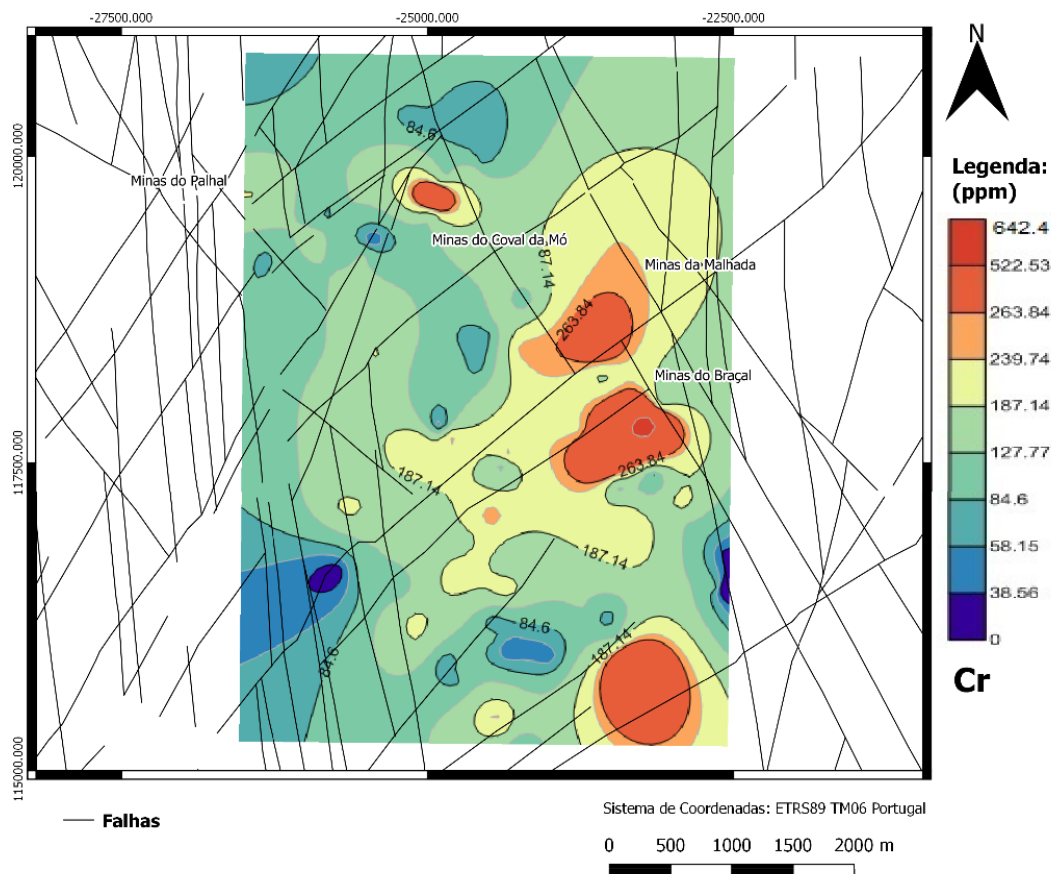


Figura 5.14 - Cartografia dos teores de Cr com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.

5.4.11 Cu (Cobre)

O cobre (Cu) é um elemento que será expectável a obtenção de valores de concentração elevados, devido à ocorrência, na área em estudo, de mineralização do tipo Pb-Zn-Cu. Esses valores elevados podem estar associados a possíveis ocorrências minerais como através de contaminação induzida pela presença de escomboreiras adjacentes àquelas áreas em que ocorreu exploração.

A cartografia geoquímica regional realizada por Ferreira (2000), aponta para teores que variam entre os 41 a 48 mg kg⁻¹. Nesta campanha, registaram-se valores um pouco inferiores aos estimados por Ferreira (2000), com um valor de mediana de 33.7 mg kg⁻¹.

A anomalia detetada a Oeste das Minas do Braçal estará, muito provavelmente relacionada com a existência de mineralizações nesse local (Figura 5.15), se bem que o mesmo não se verifica nas zonas de influência das Minas da Malhada e do Coval da Mó. As minas do Palhal parecem também ter uma forte relação com este elemento, sendo necessário realizar uma amostragem mais apertada de forma a delimitar a anomalia. Já na

secção SW do mapa verifica-se a existência de outra anomalia que provavelmente está relacionada com a pedra de britas existente nesse local.

Tal como já verificado na prata, os filões mineralizados não parecem condicionar as anomalias detetadas (Figura 5.16), já que os mesmos foram encontrados e explorados a profundidades significativas. Já ao contrário da prata, a litologia não parece ser um fator condicionante nas anomalias detetadas (Figura 5.17), sendo algumas anomalias encontradas no C.X.G., outra nas formações quartzíticas e no caso das minas do Palhal em micaxistos.

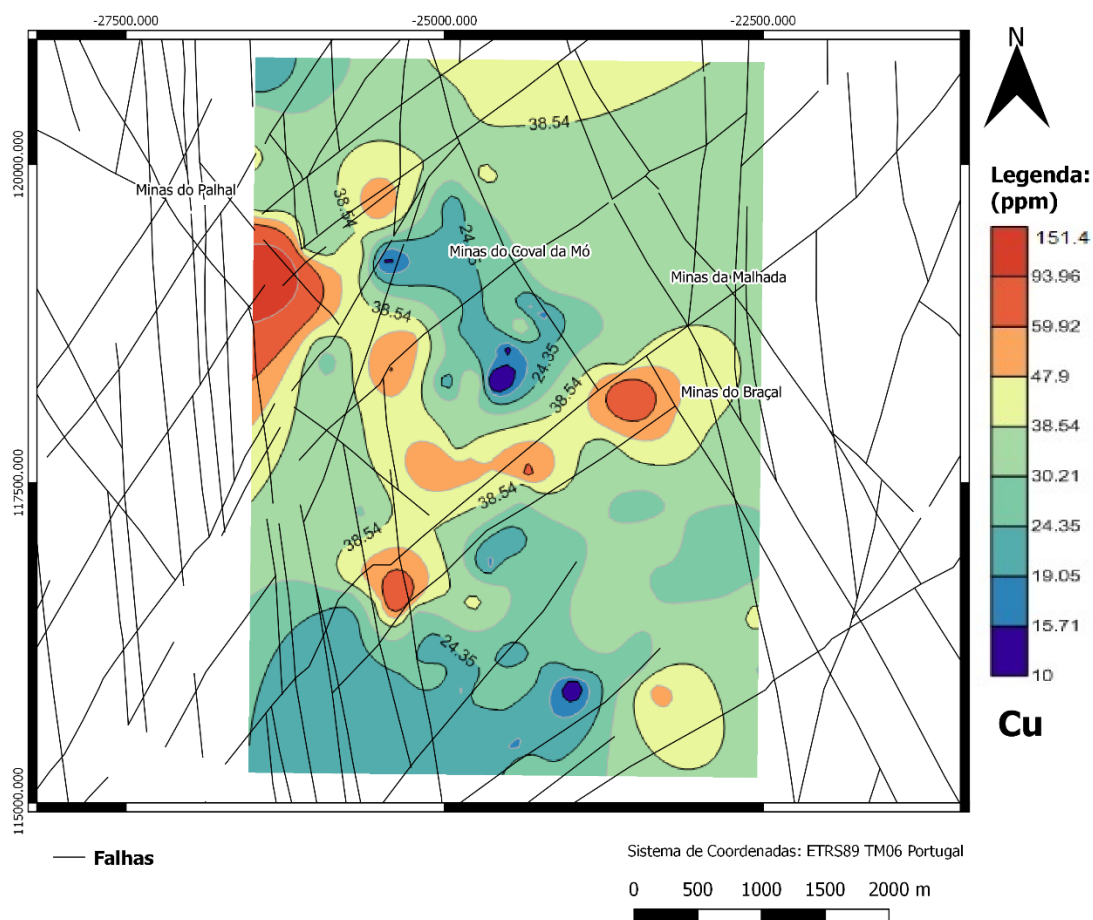


Figura 5.15 - Cartografia dos teores de Cu com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectônica regional.

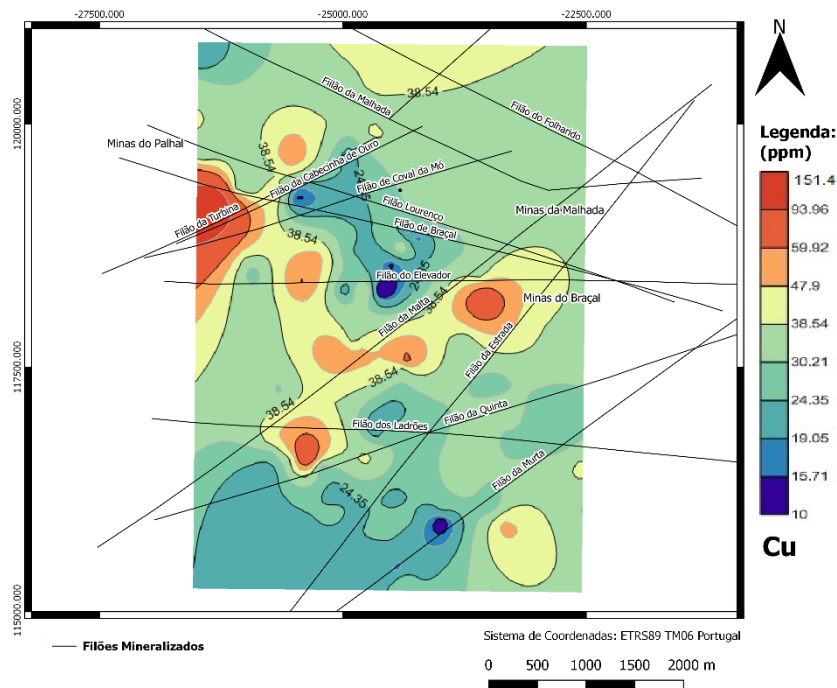


Figura 5.16 - Cartografia dos teores de Cu com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação de Filões Mineralizados.

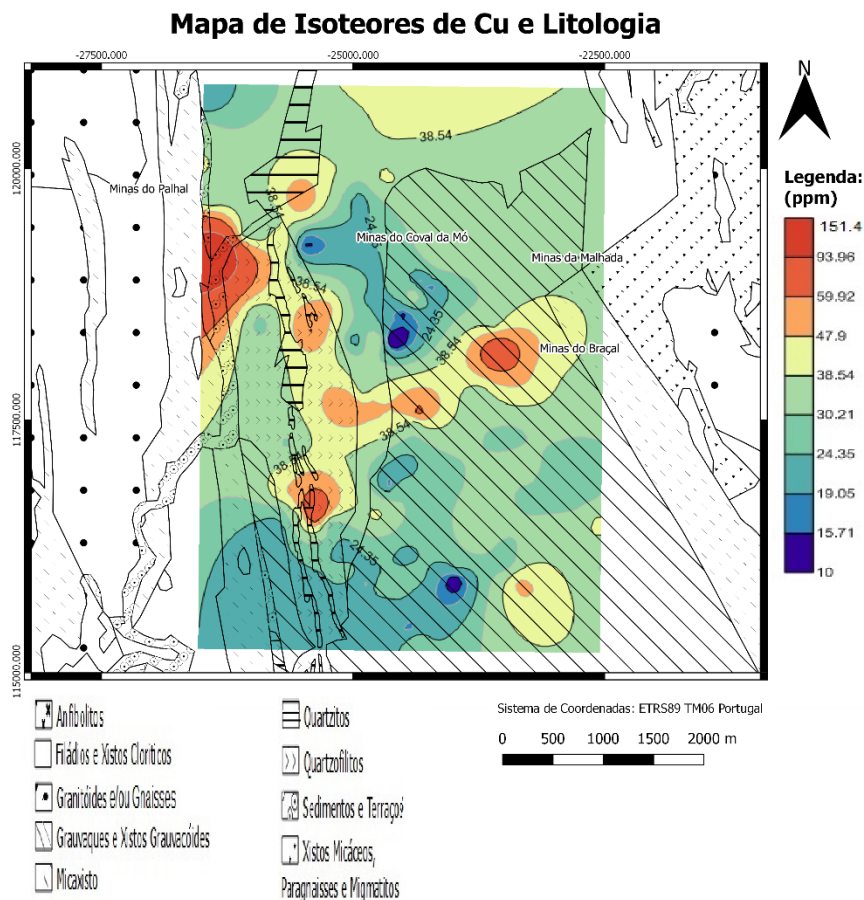


Figura 5.17 - Cartografia dos teores de Cu com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da litologia.

5.4.12 Fe (Ferro)

As rochas ultrabásicas e máficas são as formações rochosas com teores mais elevados de Fe, porém rochas ricas em sulfuretos poderão também apresentar teores elevados. Sendo comum a ocorrência de mineralizações de sulfuretos na área em estudo, este elemento poderá ser bastante útil na delineação da presença dessas mineralizações, já que alguns metais precipitam com os óxidos e hidróxidos de Fe nos solos sobrepostos a mineralizações de sulfuretos e nos sedimentos de linhas de água que as drenam, constituindo aquele material um guia útil (Ferreira, 2000).

A cartografia geoquímica de Portugal realizada por Ferreira (2000) refere valores de 3.34 a 3.68% de Fe para a área em estudo. Em rochas metassedimentares de Portugal as concentrações medianas são de 3.42%. Na zona em estudo o valor mediano registado foi de 2.72%. De acordo com os resultados obtidos verifica-se que os trabalhos mineiros realizados nas minas do Coval da Mó e Palhal não parecem ter grande influência na definição da imagem obtida para este elemento (Figura 5.18).

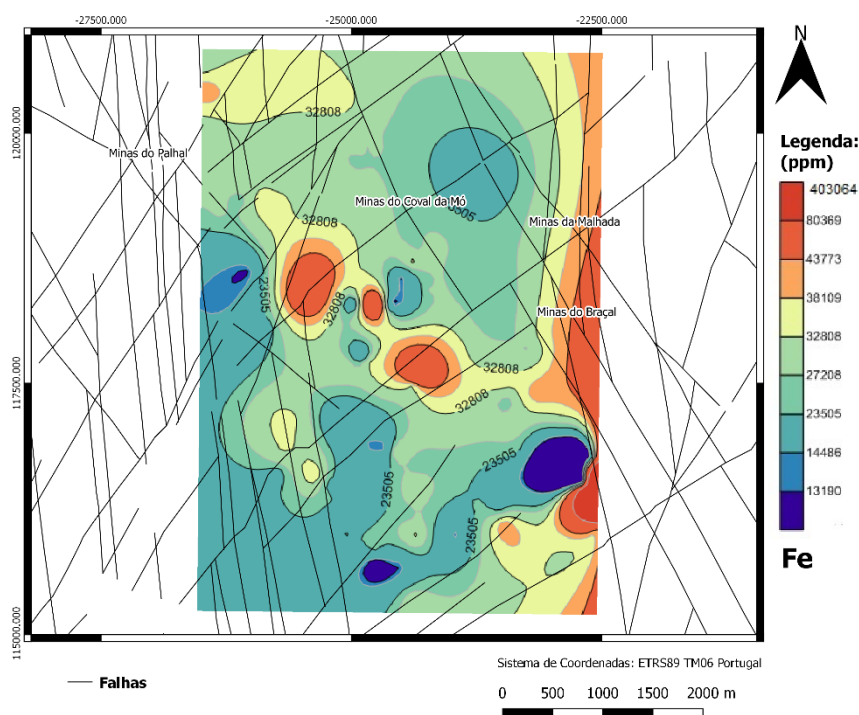


Figura 5.18 - Cartografia dos teores de Fe com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.

Já o Complexo Mineiro do Braçal-Malhada, contribui significativamente para a existência de uma anomalia com alguma expressão. A sul e SW das Minas do Coval da Mó as anomalias não existentes necessitam de ser analisadas com maior detalhe de forma a identificar a causa da sua existência.

5.4.13 K (Potássio)

Este elemento poderá ser um indicador de diferenças litológicas na região, nomeadamente na delimitação de granitos. O fundo geoquímico na região é de 0.09 a 0.1 % (Ferreira, 2000). Neste estudo os resultados apontam para valores mais elevados (valor da mediana de 0.35%) quando comparados com os valores estabelecidos para a ZCI (0.19%) e para as rochas metassedimentares em Portugal (0.10%). A anomalia na parte W da zona de estudo poderá estar relacionada com contribuição antrópica, devido à proximidade da população de Ribeira de Fráguas. Já a anomalia a SW na proximidade das Minas do Braçal não parecem ter qualquer explicação evidente (Figura 5.19).

5.4.14 Li (Lítio)

O lítio (Li) tem sido recentemente um elemento objeto de grande interesse a nível mundial e Portugal não é exceção. Os resultados são, no entanto bastante baixos e estão basicamente associados à geologia. Os valores mais elevados estão associados aos materiais recolhidos na proximidade da localidade de Ribeira de Fráguas (Figura 5.20).

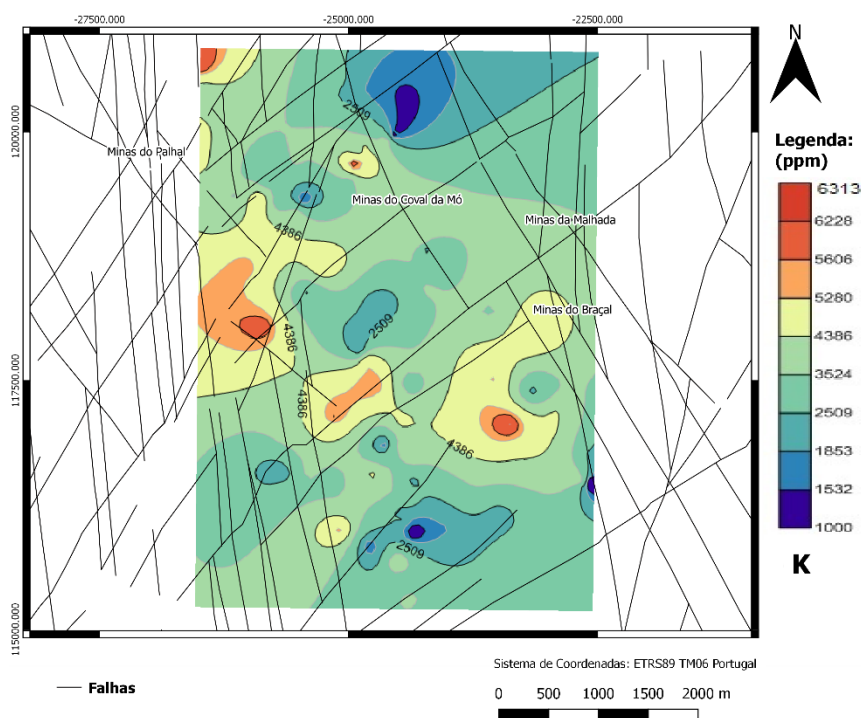


Figura 5.19 - Cartografia dos teores de K com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.

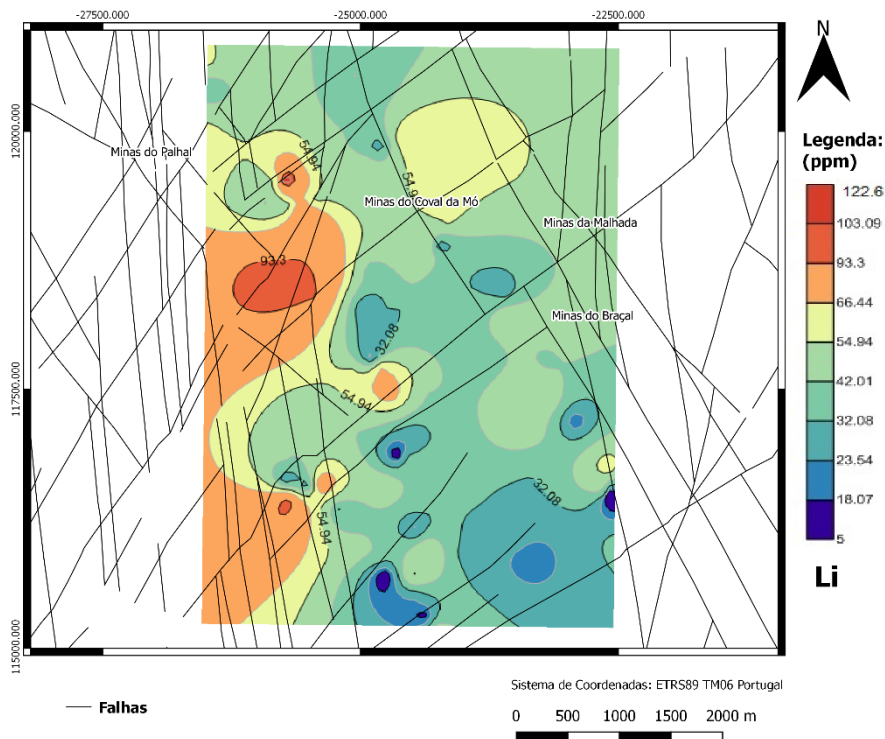


Figura 5.20 - Cartografia dos teores de Li com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.

5.4.15 Mg (Magnésio)

O Mg é um principal constituinte nas rochas ultramáficas, podendo ser útil para identificar a presença de alguns anfíbolitos da região. Segundo Ferreira (2000), esta região apresenta uma variação de concentrações deste elemento de 0.36 a 0.47%. Na ZCI o valor da mediana é de 4100 mg kg⁻¹ enquanto nas rochas metassedimentares é de 4700 mg kg⁻¹. Na área em estudo obteve-se um valor mediano de 0.28% que é inferior aos valores referenciados anteriormente. As zonas anómalas definidas na figura 5.21 encontram-se espacialmente associadas às Minas do Braçal e do Coval da Mó. Porém existe uma zona anómala a SW das minas do Coval da Mó, que devido à sua intensidade carece de estudo mais detalhado.

5.4.16 Mn (Mangânês)

De acordo com Ferreira (2000), as concentrações de Mn mais usuais na área em estudo variam entre os 539 a 635 mg kg⁻¹, sendo que neste estudo as concentrações observadas foram mais baixas com um valor de mediana de 106 mg kg⁻¹.

Este elemento é mais abundante nas rochas máficas e tem tendência a precipitar com o ferro sob a forma de óxidos e hidróxidos. À semelhança do que se observou para o elemento Fe, a Oeste das Minas do Coval da Mó é identificada uma zona anómala de Mn.

Também a Oeste das Minas do Braçal se verifica a presença de uma zona anómala (Figura 5.22).

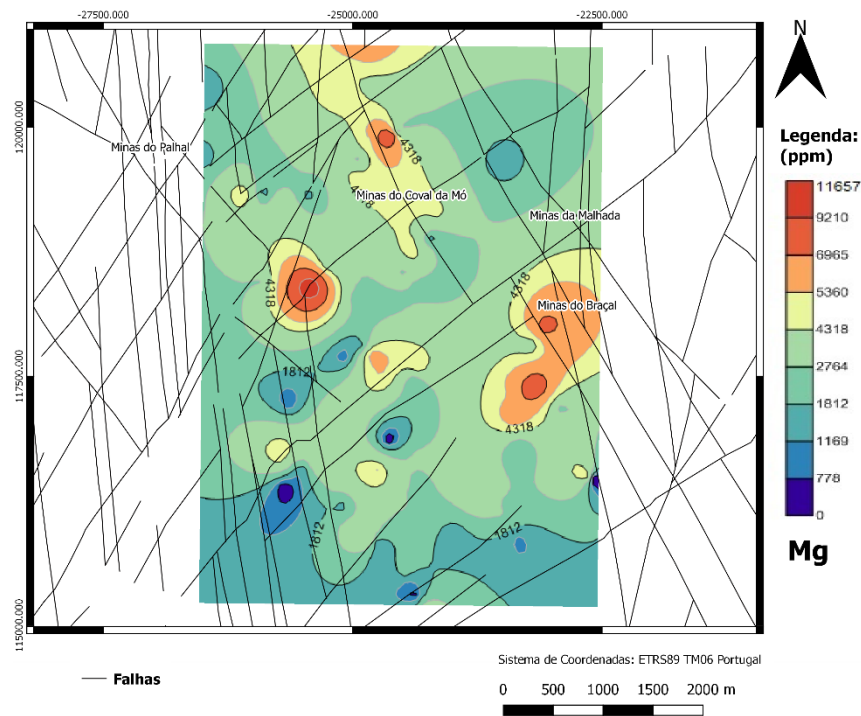


Figura 5.21 - Cartografia dos teores de Mg com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.

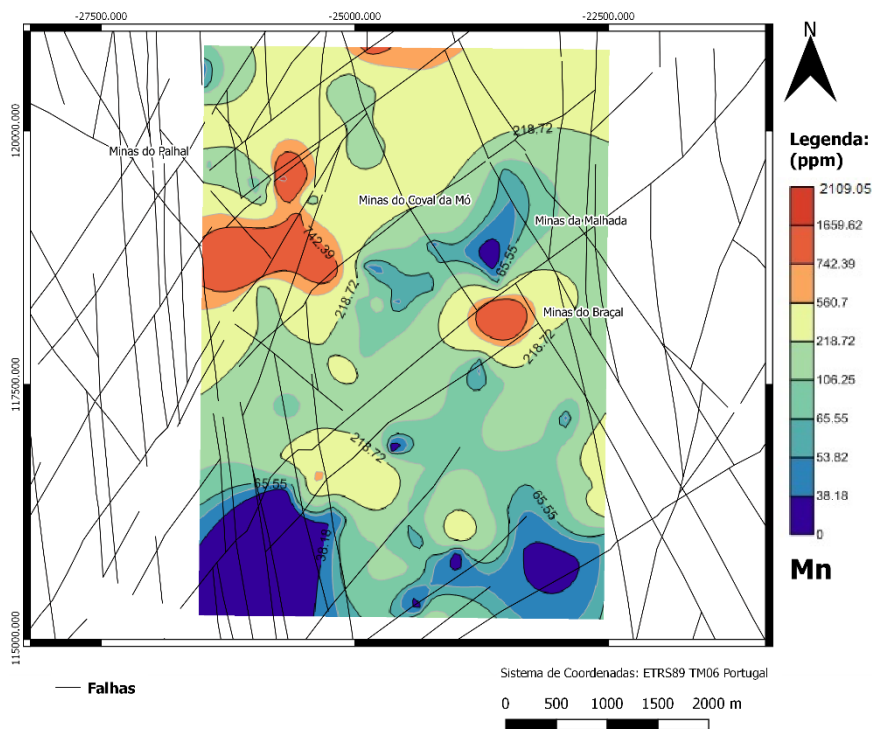


Figura 5.22 - Cartografia dos teores de Mn com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.

5.4.17 Mo (Molibdénio)

De acordo com a cartografia espacial dos teores de molibdénio (Mo) é possível constatar que as minas do Palhal parecem ter uma influência nos teores de Mo (Figura 5.23), sendo necessário prolongar a amostragem nesse local para definir com maior detalhe a anomalia.

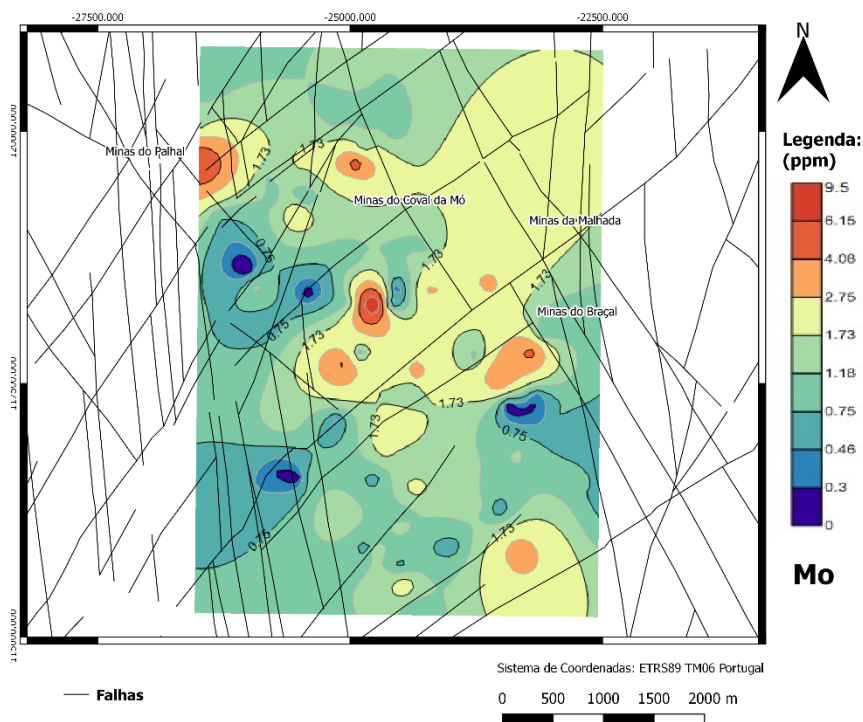


Figura 5.23 - Cartografia dos teores de Mo com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.

5.4.18 Na (Sódio)

O sódio é um elemento muito móvel e as origens antrópicas deverão sobrepor as origens geogénicas nesta região em estudo, sendo de difícil interpretação os dados obtidos (Figura 5.24).

O estudo e cartografia regional realizado por Ferreira (2000), não define um valor para a área em estudo, porém, estudos em zonas próximas apontam para valores da ordem de 0.01%. Os valores obtidos no presente estudo (0.02%) assemelham-se aos propostos por este autor. É de realçar ainda que um elevado número de amostras (33) apresentou concentrações abaixo do LD do método, representando cerca de 32.0% do total de amostras.

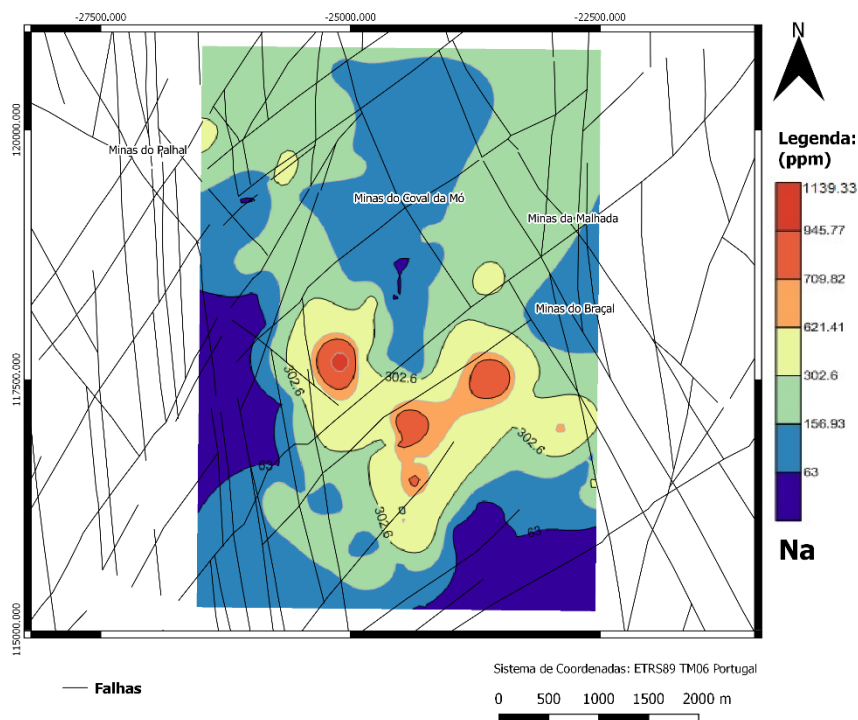


Figura 5.24 - Cartografia dos teores de Na com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.

5.4.19 Ni (Níquel)

A concentração de níquel (Ni) em sedimentos de corrente pode ser um guia útil no reconhecimento geoquímico da presença de sulfuretos, mas também associado às atividades mineiras em especial as relacionadas com a Mina do Palhal, Coval da Mó e Braçal. Para a área em estudo Ferreira (2000), estima uma concentração entre 27 a 37.9 mg kg⁻¹. Os resultados obtidos neste estudo apontam para valores relativamente mais baixos (21.8 mg kg⁻¹). Da análise da figura 5.25 verifica-se a presença de duas anomalias na região, uma localizada a Oeste das Minas do Braçal e outra a SW das Minas do Coval da Mó.

5.4.20 P (Fósforo)

O fósforo é um elemento amplamente usado na agricultura, sendo possível que uma boa parte dos teores elevados que se observam tenham uma justificação antropogénica. Os valores interpolados de Ferreira (2000), para esta zona variam entre 0.054 a 0.069%, valores superiores aos registados nesta campanha (0.024%). O fundo geoquímico local é baixo quando comparado com os valores registados para a ZCI (580 mg kg⁻¹) e para as rochas metassedimentares (430 mg kg⁻¹). Curiosamente, o comportamento exibido por este elemento assemelha-se em parte ao do ferro, no complexo Mineiro Braçal-Malhada, porém será necessário em estudos futuros aumentar o número de amostragens a NW do complexo mineiro para confirmar os valores interpolados (Figura 5.26).

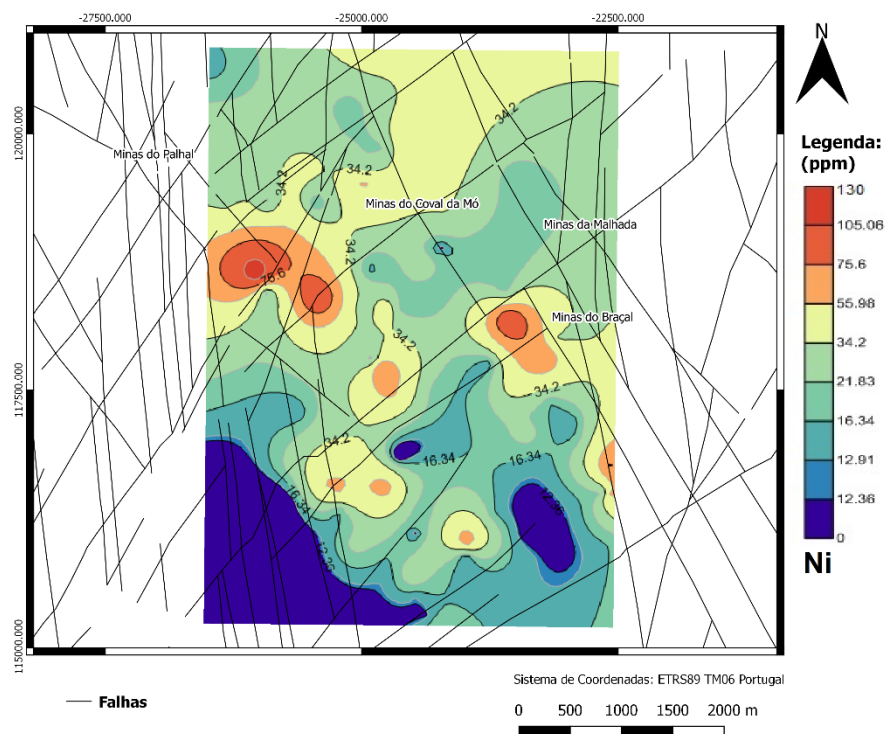


Figura 5.25 - Cartografia dos teores de Ni com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.

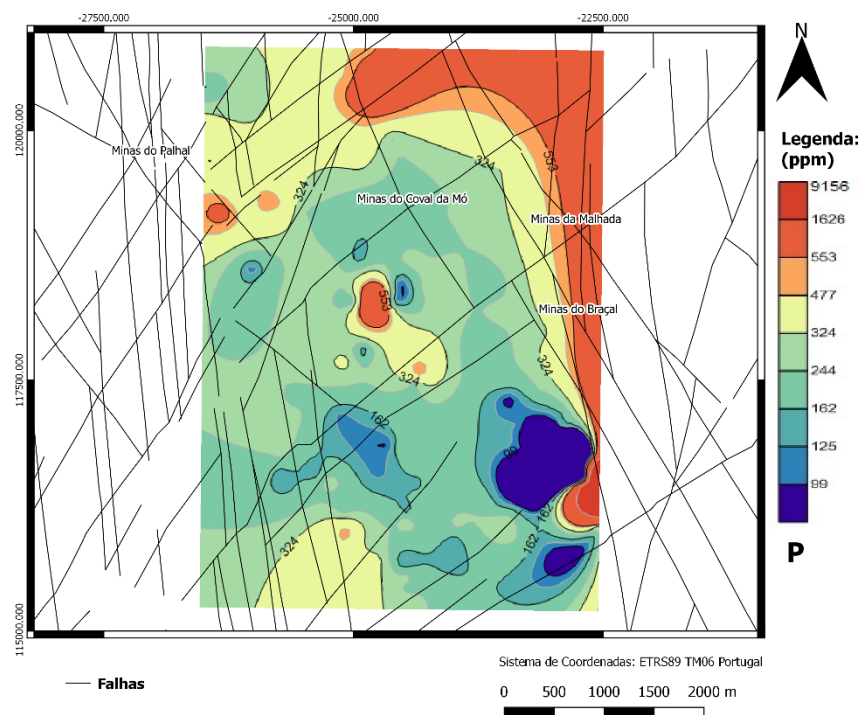


Figura 5.26 - Cartografia dos teores de P com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.

5.4.21 Pb (Chumbo)

Analisando em detalhe a cartografia teores de Pb (Figura 5.27) é possível identificar-se claramente duas anomalias.

Considerando o histórico da região quer no que diz respeito às ocorrências minerais de Pb-Zn-Cu quer nas atividades mineiras que decorreram na zona em estudo (presença de grandes volumes de escombrelas) é espectável encontrar valores elevados de Pb. De facto, visualizando a cartografia regional deste elemento em sedimentos de corrente, realizada por Ferreira (2000), verifica-se que a zona em estudo apresenta teores elevados deste elemento em relação ao resto do país, com valores compreendidos entre os 85 a 1378 mg kg⁻¹. Porém, neste estudo constata-se que o valor do fundo geoquímico local é ligeiramente inferior ao proposto por Ferreira (2000), 38 mg kg⁻¹. No entanto este valor é superior aos valores propostos para a ZCI e para as rochas metassedimentares que apresentam uma mediana de 19 e 21 mg kg⁻¹, respetivamente.

A imagem obtida é semelhante à prata. Uma das zonas anómalas localiza-se a Norte das Minas do Coval da Mó, no mesmo local onde se detetou a existência de uma anomalia magnética. A outra anomalia, a SW do complexo mineiro Braçal-Malhada encontra-se com uma orientação NW-SE, posiciona-se no mesmo local e com a mesma orientação que a anomalia magnética registada.

Tal como na Ag, também é claro que as anomalias se encontram associadas aos materiais do CXG e dos “Filádios e Xistos Cloritos”, diminuindo de intensidade nos quartzitos e quartzofilitos (Figura 5.28) e não existe uma clara relação com os filões mineralizados da região (Figura 5.29).

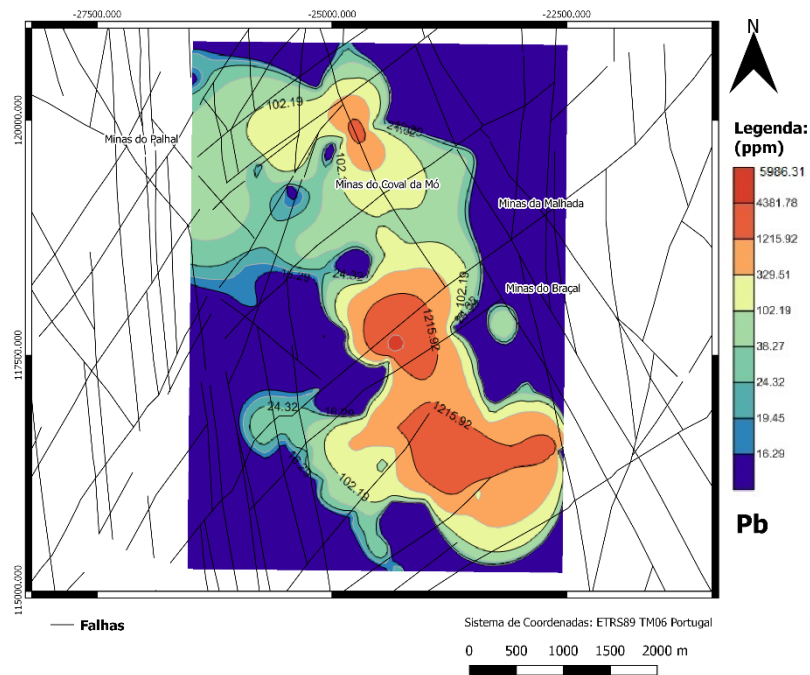


Figura 5.27 - Cartografia dos teores de Pb com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.

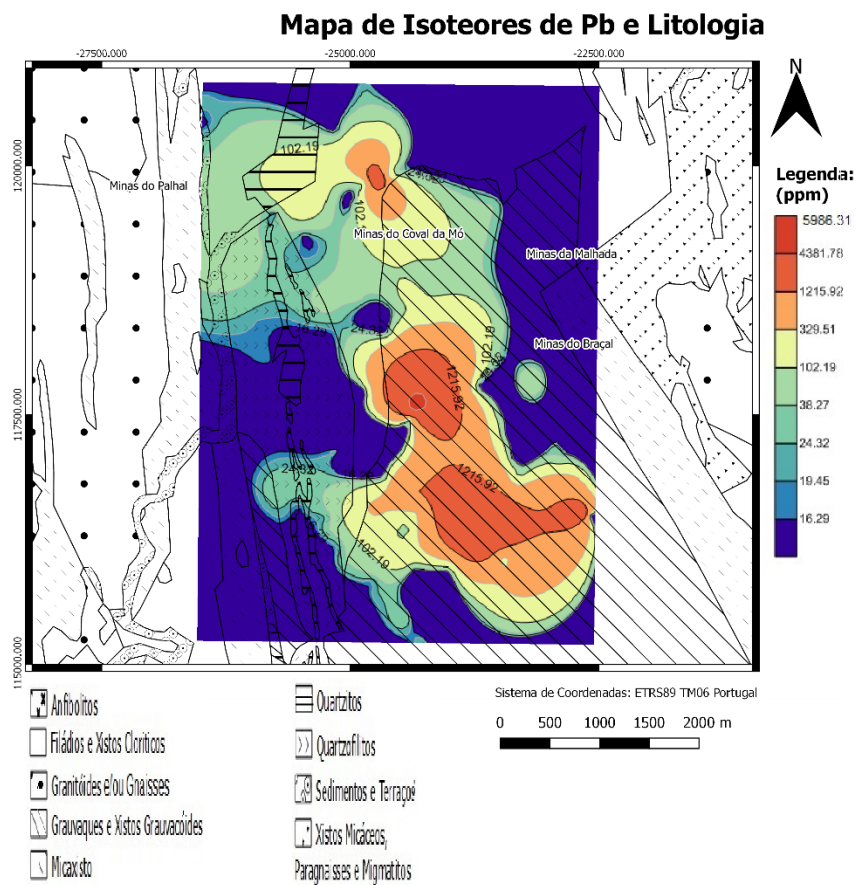


Figura 5.28 - Cartografia dos teores de Pb com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da litologia regional.

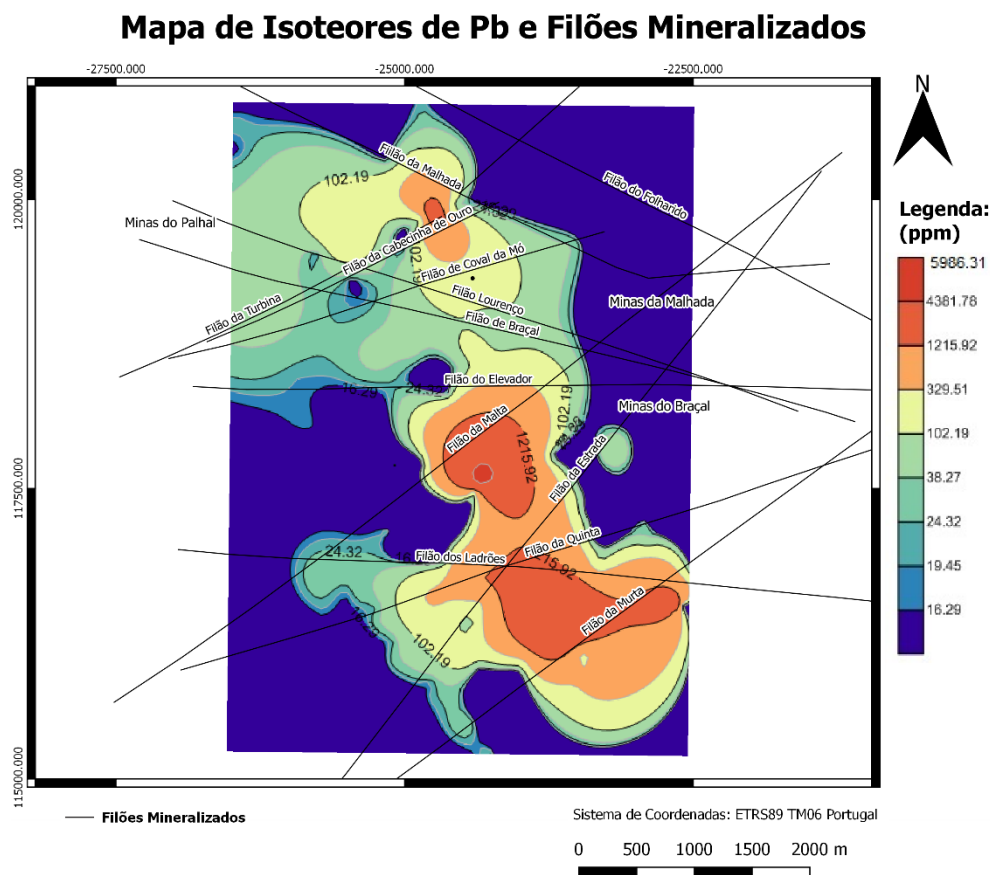


Figura 5.29 - Cartografia dos teores de P com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação dos filões mineralizados.

Da análise das figuras 5.27, 5.28 e 5.29 verifica-se que no Complexo Mineiro Braçal-Malhada, tendo em consideração a atividade mineira desenvolvida no local, os valores são relativamente baixos. Este facto resulta da baixa densidade de amostragem na zona.

Como este elemento é de grande importância na área em estudo, tentou-se estabelecer uma relação da anomalia verificada com a topografia do local, usando o modelo digital do terreno (MDT), obtido pelo satélite ALOS em 2015.

Verifica-se que nas Minas do Coval da Mó, a anomalia, que também foi observada para outros elementos em estudo, assim como na campanha magnética ocorre essencialmente em flanco de encosta. Já a SW do Complexo Mineiro Braçal-Malhada a anomalia coincide em parte com a linha de cumeada, diminuindo de intensidade nos flancos de encosta adjacentes (Figura 5.30).

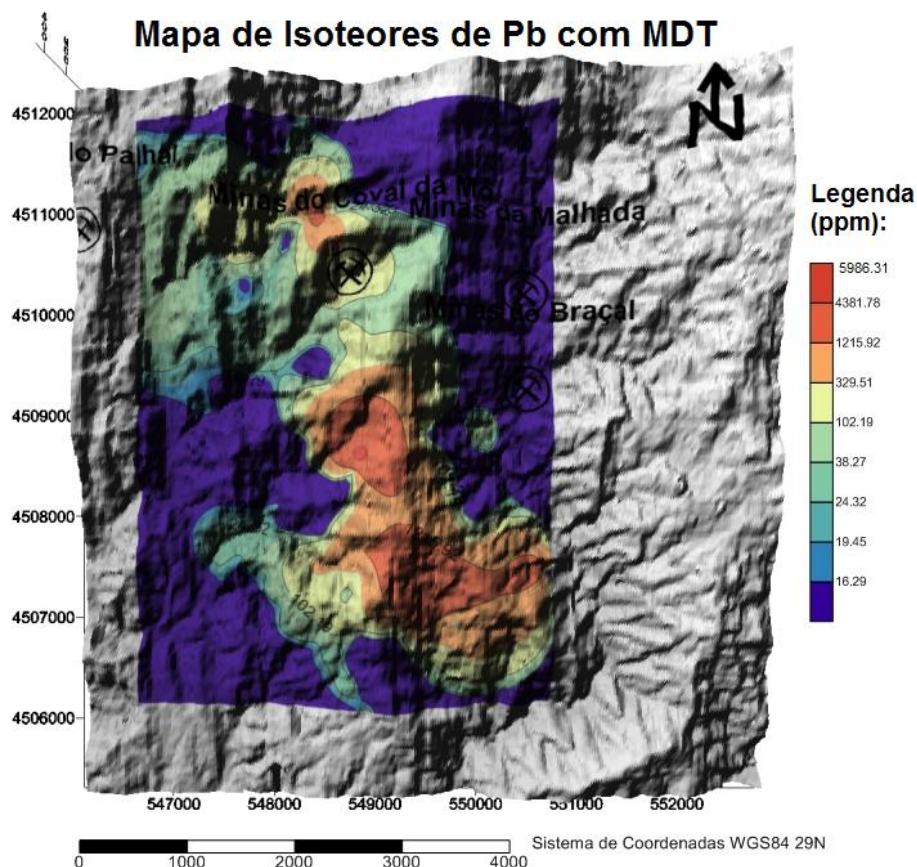


Figura 5.30 - Sobreposição do modelo digital do terreno com a distribuição espacial dos teores de Pb.

5.4.22 Sb (Antimónio)

O antimónio (Sb) é um elemento bastante raro na crosta terrestre pelo que se refletiu no número de amostras que apresentaram valores abaixo do LD (22 amostras correspondendo a 21.4%). De facto, devido à sua raridade Ferreira (2000), não efetuou a interpolação do fundo geoquímico para esta zona em estudo, sendo que amostras mais próximas apresentam teores $<2 \text{ mg kg}^{-1}$. Estes resultados estão de acordo com o de fundo geoquímico local estimado para a região de 0.037 mg kg^{-1} .

As anomalias, ainda que apresentem valores bastante baixos, parecem estar relacionadas com as Minas do Coval da Mó e Palhal, tal como foi observado para o Bi. A anomalia com maior intensidade, ocorre a Oeste das Minas do Braçal e não parece estar relacionada com qualquer mina da região (Figura 5.31).

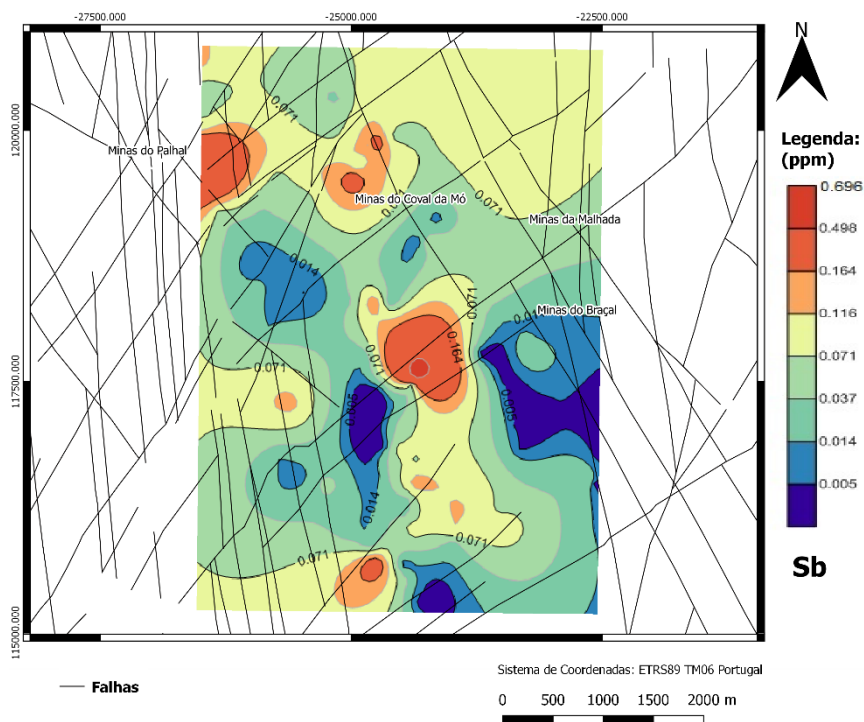


Figura 5.31 - Cartografia dos teores de Sb com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.

5.4.23 Sn (Estanho)

O estanho (Sn) apresentou-se o maior número de amostras abaixo ao LD, 61 amostras, representando 59,2% do universo amostral. De facto, este elevado número de amostras iguais ou inferiores influenciou em muito a determinação do valor do fundo geoquímico local assim como o estabelecimento da cartografia espacial dos teores. Apesar de se apresentar a cartografia a análise da figura deverá ser efetuada com cautela pretendendo-se apenas mostrar os locais onde ocorrem os valores mais elevados e que parecem estar associados às Minas do Coval da Mó e Palhal (Figura 5.32).

5.4.24 Th (Tório)

O Th é um elemento normalmente associado a depósitos uraníferos ou a formações graníticas. Para a região, Ferreira (2000), definiu uma concentração que varia entre a 2.6 a 3 mg kg⁻¹, valores muito semelhantes ao valor mediano obtido neste trabalho (4.4 mg kg⁻¹).

Os valores registados na zona localizada entre as Minas do Palhal e do Coval da Mó (Figura 5.33), com os valores compreendidos entre 5.6 a 11.25 mg kg⁻¹ não são elevados quando comparados com valores de concentração de Th noutros locais da ZCI.

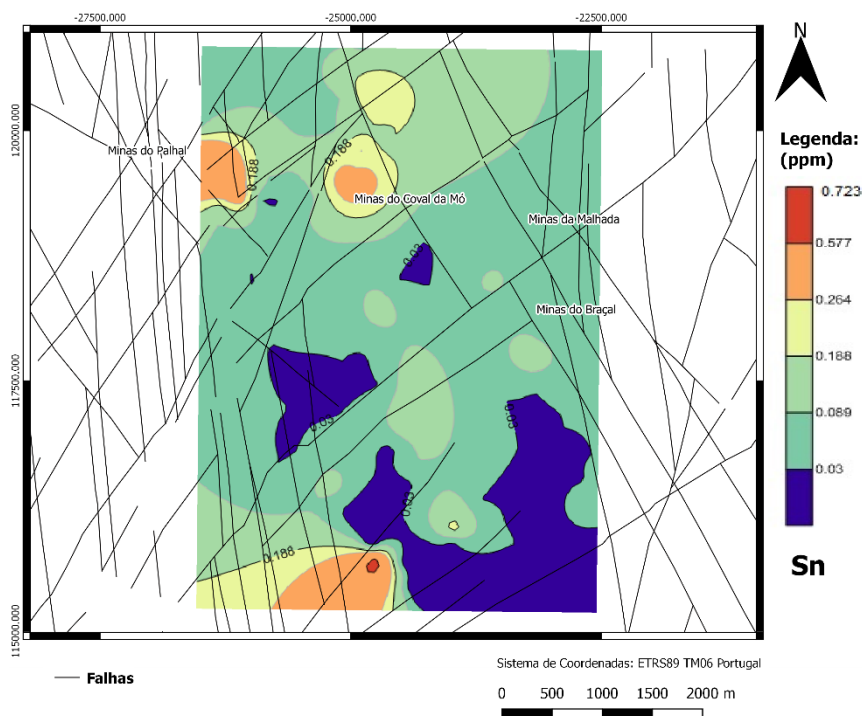


Figura 5.32 - Cartografia dos teores de Sn com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.

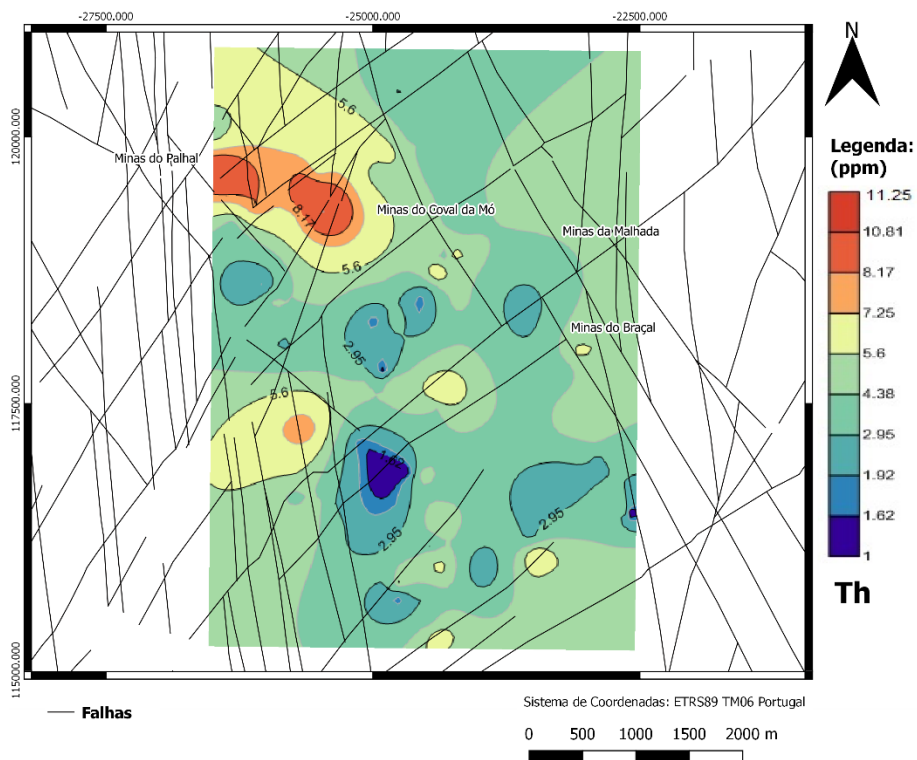


Figura 5.33 - Cartografia dos teores de Th com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.

5.4.25 TI (Tálio)

O tálio (TI) é um elemento traço e é geralmente obtido como sub-produto em fundições de zinco e chumbo. Tendo em consideração este facto este elemento pode ser usado na tentativa de delineação de possíveis depósitos de escombadeiras. Da análise dos resultados constatou-se que 29 das amostras apresentam concentrações abaixo do LD, correspondendo a 28,16% das amostras. No estudo realizado por Ferreira (2000), o autor não conseguiu interpolar valores para a área em estudo, sendo as amostras mais próximas do local apresentam tendo concentrações inferiores a 5 mg kg^{-1} , confirmando o valor do fundo geoquímico estimado neste estudo (0.12 mg kg^{-1}). A figura 5.34 evidencia uma zona mais enriquecida a Norte separando claramente as minas do Coval da Mó e da Malhada da Mina do Braçal.

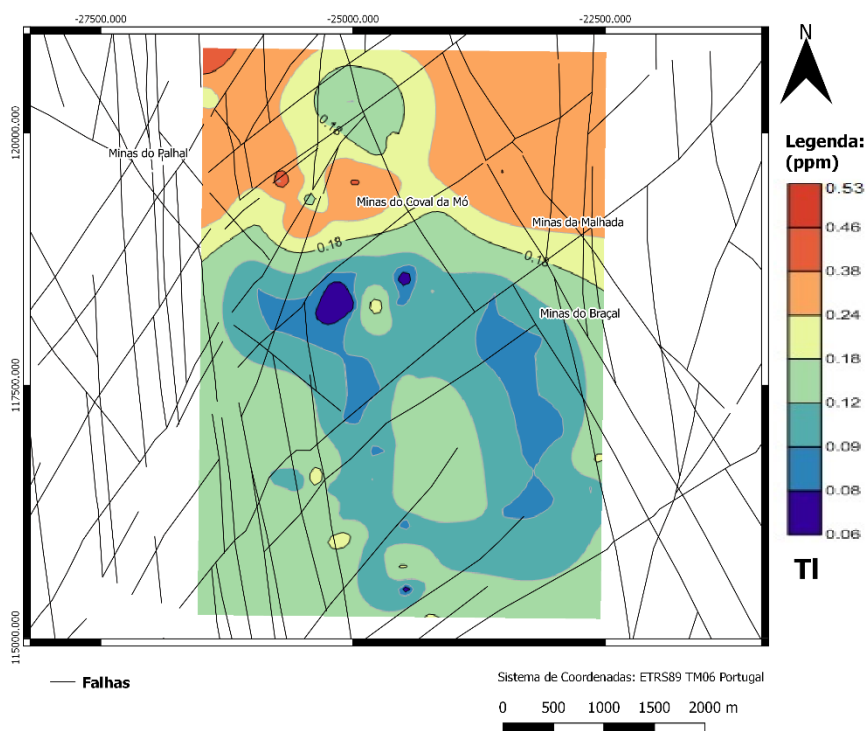


Figura 5.34 - Cartografia dos teores de TI com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.

5.4.26 V (Vanádio)

O vanádio (V) é um elemento traço mais comum nas rochas máficas. Para a área em estudo os valores mais usuais variam entre 30 a 39 mg kg^{-1} (Ferreira, 2000). Os resultados deste trabalho apontam para um valor mediano de 28 mg kg^{-1} muito próximo do valor obtido por esse autor. Da análise da figura 5.35 verifica-se que a anomalia de maior

intensidade ocorre a SW das Minas do Coval da Mó, tal como foi observado para outros elementos como o Al, Ba, Fe, Mg, Ni.

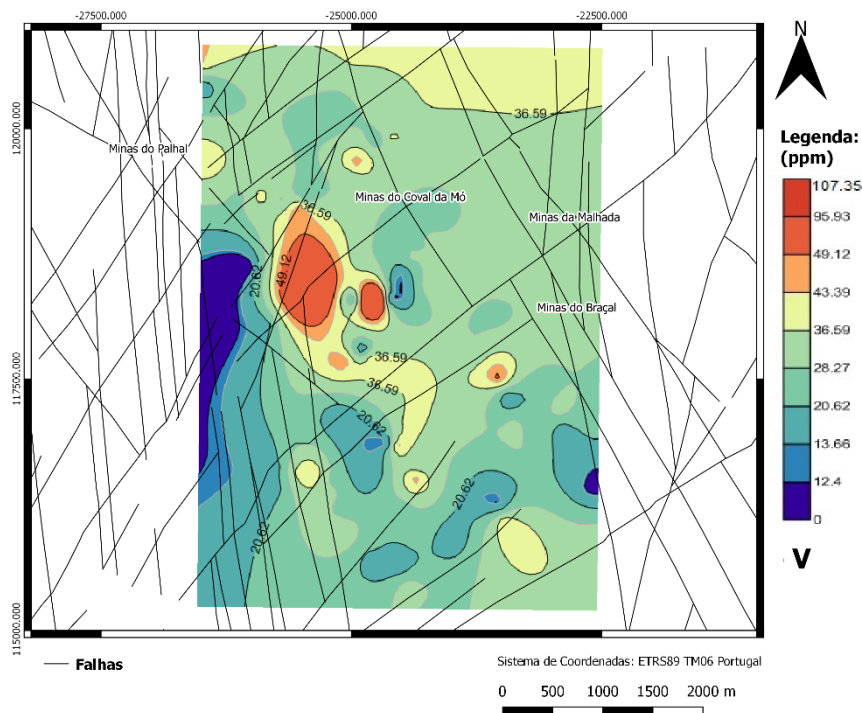


Figura 5.35 - Cartografia dos teores de V com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.

5.4.27 W (Tungsténio)

O tungsténio (W), é um elemento traço na crosta terrestre. No conjunto de amostras analisadas constatou-se que 11 amostras apresentam teores abaixo do LD, (10,7% da amostragem).

Para a área em estudo Ferreira (2000), não apresenta resultados para a área em estudo sendo que as amostras mais próximas apresentam concentrações inferiores a 1 mg kg⁻¹. Neste estudo o valor mediano obtido foi de 0.16 mg kg⁻¹.

As duas zonas definidas como anómalas, ainda que de baixa intensidade, apresentam valores superiores a 0.65 mg kg⁻¹, e estão espacialmente associadas com as Minas do Coval da Mó e do Palhal, apesar de não haver relatos da exploração deste elemento nestas minas (Figura 5.36). A anomalia localizada nas proximidades da Minas do Palhal apresenta uma maior intensidade sendo de interesse futuro avaliar com maior detalhe esta anomalia.

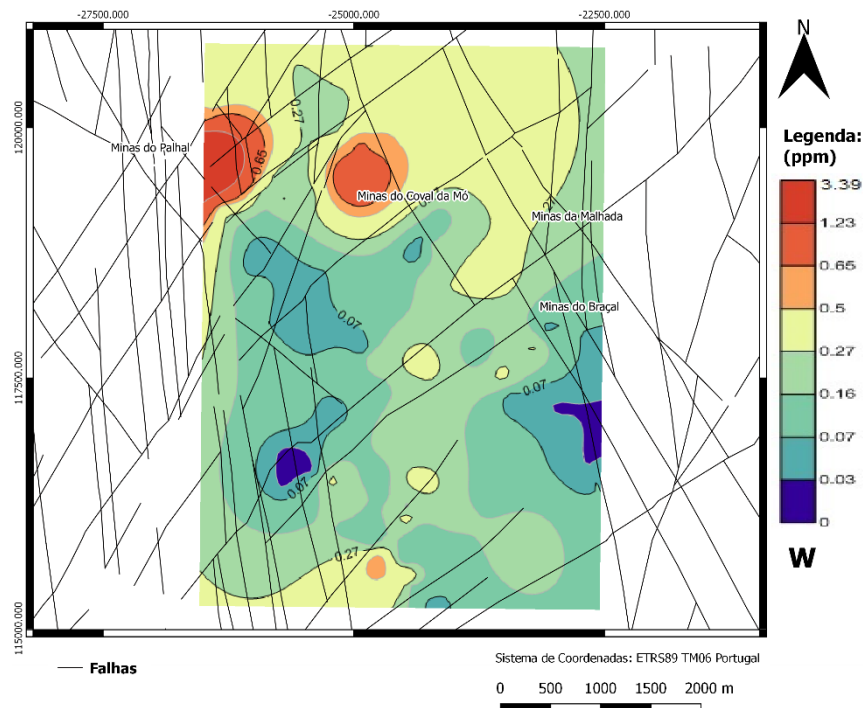


Figura 5.36 - Cartografia dos teores de W com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectónica regional.

5.4.28 Zn (Zinco)

O zinco (Zn) é um elemento traço e devido ao tipo de mineralizações existentes no local em estudo é expectável a ocorrência de teores elevados deste elemento. Ferreira (2000), estimou uma concentração que variou entre 213 a 280 mg kg⁻¹. Nesta área e comparando com os resultados obtidos nesta campanha verifica-se que o fundo geoquímico local (51.38 mg kg⁻¹) é significativamente mais baixo que o estimado pelo autor.

As minas do Palhal, Coval da Mó e Malhada não apresentam qualquer relação com as anomalias deste elemento, sendo este mais visível a Oeste das Minas do Braçal (Figura 5.37), em locais já anteriormente referenciados por altos valores de Ag e Pb.

Já na secção SW da figura verifica-se a existência de outra anomalia que provavelmente está relacionada com a pedreira de britas existente nesse local, sendo que nessa pedreira é possível verificar sulfuretos na frente de exploração da mesma, apresentando este local um comportamento semelhante na análise do cobre, ainda que um pouco mais distante da pedreira.

Tal como elementos já discutidos anteriormente, não parece haver uma relação evidente nos filões mineralizados e nas anomalias verificadas (Figura 5.38). Já o controlo

litológico parece ser sugerir que as anomalias se verificam maioritariamente no C.X.G. e filádios (Figura 5.39).

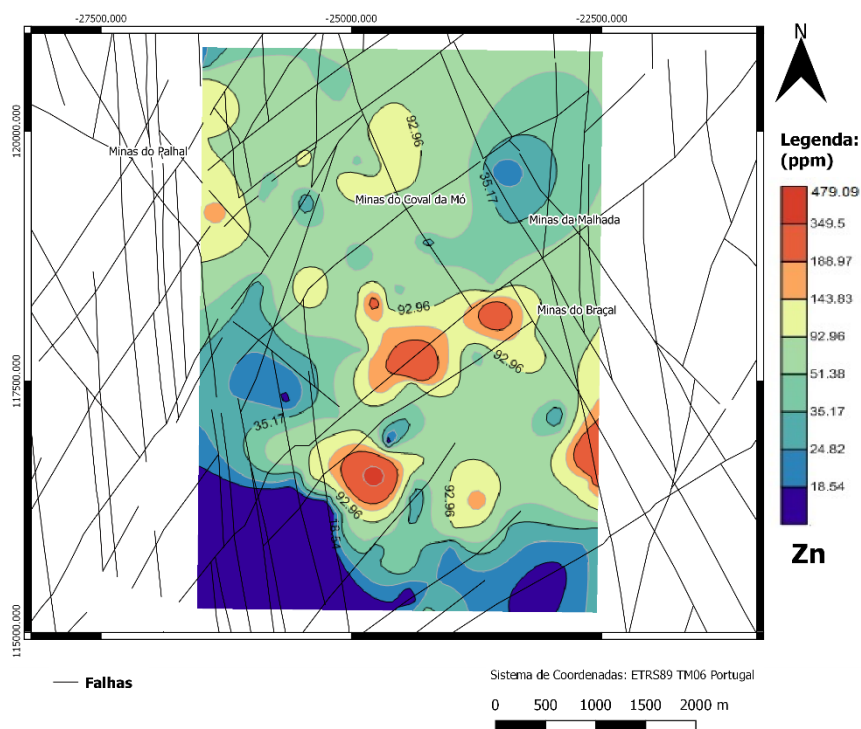


Figura 5.37 - Cartografia dos teores de Zn com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da tectônica regional.

Mapa de Isotopos de Zn e Filões Mineralizados

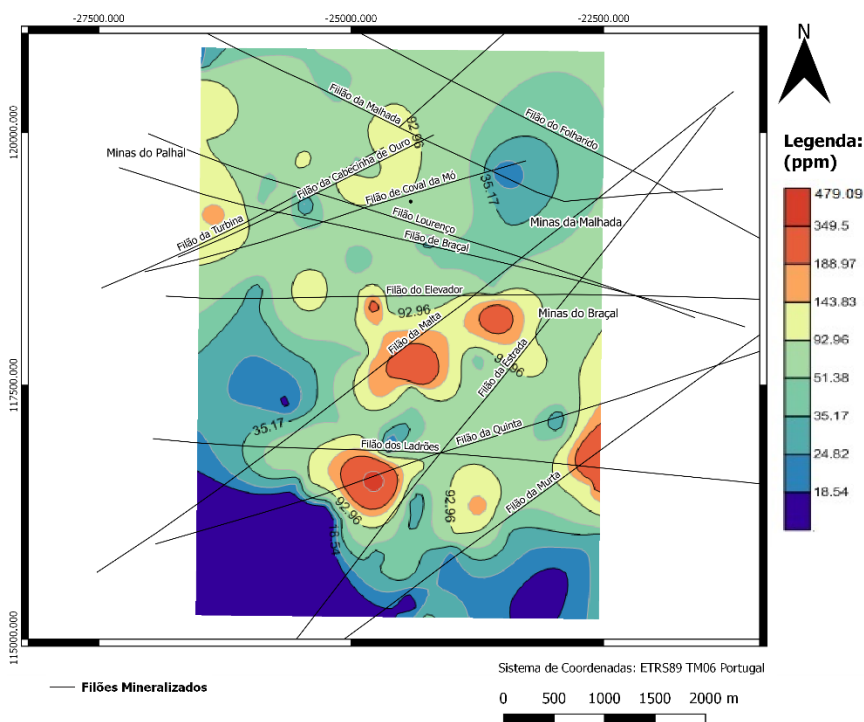


Figura 5.38 - Cartografia dos teores de Zn com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação de filões mineralizados.

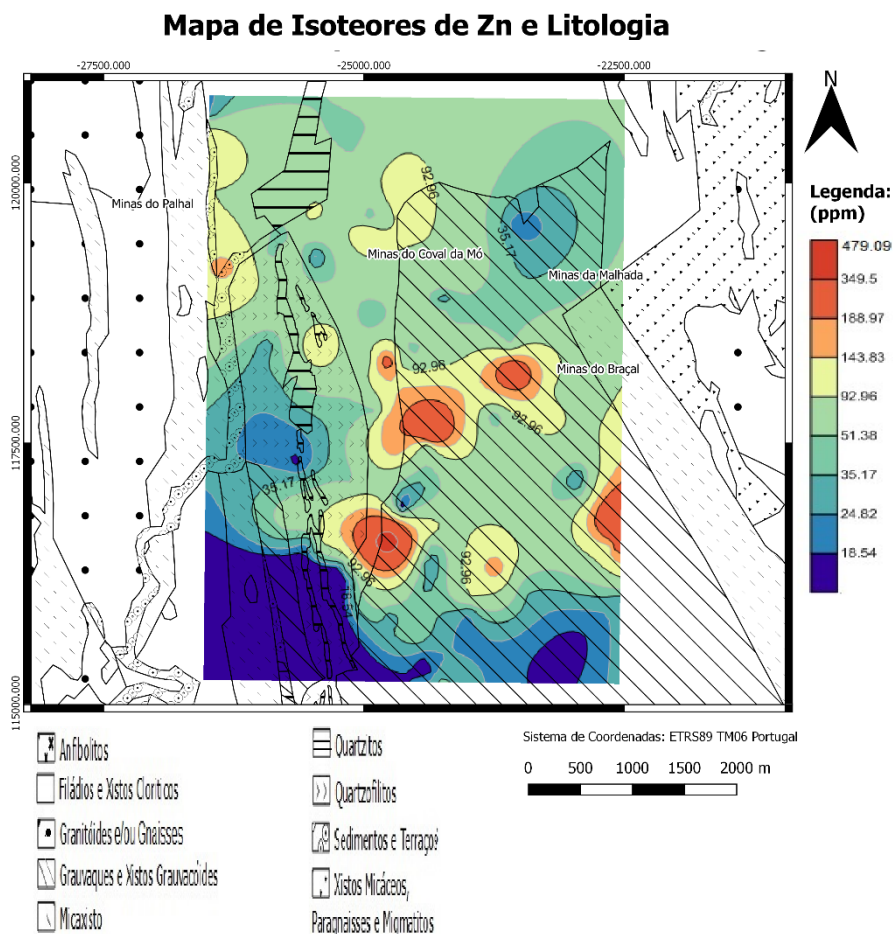


Figura 5.39 - Cartografia dos teores de Zn com base nos valores de percentis, para a fração granulométrica < 2 mm e representação da litologia regional

5.5 Análise dos componentes principais

A Análise de Componentes Principais (ACP) é um procedimento matemático que parte de N variáveis e gera N novas variáveis, conservando a variância original. É uma técnica matemática que opera sobre a matriz de correlação de um conjunto de variáveis, definindo os eixos de um hiperelipsóide de dispersão que explica a variância total das variáveis analisadas. Assim, pode aplicar-se com dois propósitos principais: para reduzir o número de variáveis e para detetar estruturas nas relações entre as variáveis, isto é, para classificar variáveis (Ferreira, 2000).

Esta ferramenta vai permitir uma análise empírica e uma simplificação da inter-relação entre as diferentes variáveis iniciais, possibilitando relacionar os dados com fenómenos naturais (Ferreira, 2000), tendo por objetivo verificar quais as mais fortes associações de elementos que se observam nas amostras deste trabalho.

Denominou-se os novos eixos de “Fatores”, “Componentes”, ou simplesmente F1, F2, ..., Fn, de uma forma indiferenciada. As Componentes com um valor próprio superior a 1 foram denominadas de “Componentes Principais”.

Tendo em consideração a base de dados extraíram-se os vinte e oito novos eixos. Pela tabela 5.2 e figura 92 pode verificar-se que os primeiros nove componentes (CP1 a CP9) apresentam um “eigenvalue” (valor próprio) superior a 1, sendo estes os componentes principais (CP). Da análise da tabela 5 pode verificar-se que os primeiros 5 CPs são responsáveis por 63% da variância total e os restantes 4 pela explicação de 18%, de onde se pode concluir que os restantes 19 CPs explicam 19% da variância total.

Tabela 5.2– Componentes Principais com um valor próprio superior a 1.

Componente	“Eigenvalue”	“Eigenvalue” Cumulado	% de Variância total	% de Variância total acumulada
CP1	5,75	5,75	20,52	20,52
CP2	4,03	9,78	14,41	34,93
CP3	3,28	13,06	11,73	46,66
CP4	2,51	15,57	8,96	55,62
CP5	2,02	17,59	7,20	62,82
CP6	1,72	19,31	6,15	68,97
CP7	1,29	20,60	4,61	73,58
CP8	1,16	21,77	4,16	77,74
CP9	1,04	22,81	3,71	81,45

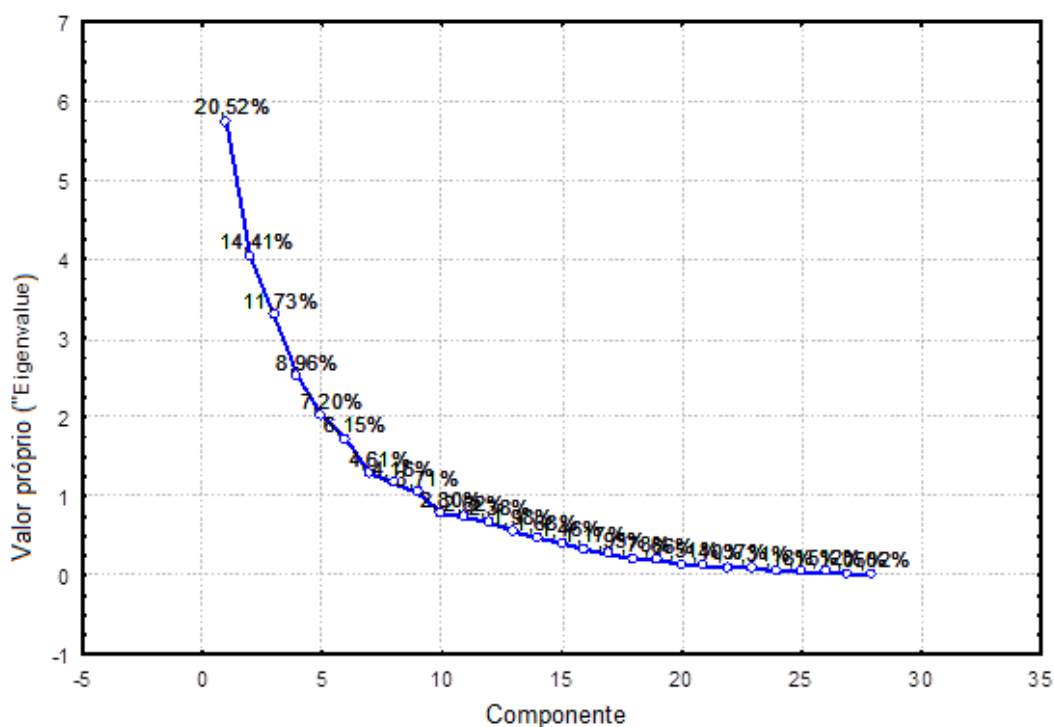


Figura 5.40 - Valores de “eigenvalues” (valores próprios) referentes a cada um dos 28 Componentes.

Observando a figura 5.40, pode ainda verificar-se que há uma mudança brusca no declive da curva dos “eigenvalues” entre a 7ª e a 8ª CP, aspecto este que confirma a maior importância dos 7 primeiros CPs, justificando-se por isso uma maior ênfase dada a estas Componentes Principais.

Na tabela 5.3 apresentam-se as contribuições de cada elemento para os nove Componentes Principais, já que os outros fatores são de menor importância, como já referido anteriormente. É de realçar que apenas nos primeiros 5 fatores a contribuição de alguns elementos tem um peso estatístico significativo ($\geq 50\%$). Assim, neste trabalho apenas os 5 Componente Principais (CP) foram sujeitos ao seu tratamento e posterior interpretação.

Tabela 5.3 - Contribuição de cada elemento para os nove principais fatores, estando realçado em cada eixo as correlações negativas (a vermelho) e as positivas (azul).

Elemento	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	CP7	CP8	CP9
Ag	-0.21	-0.23	-0.69	0.45	-0.04	0.359	0.115	0.109	0.025
Al	-0.51	-0.15	0.49	0.15	-0.07	0.183	-0.470	0.048	0.143
As	-0.29	-0.32	0.02	-0.46	-0.05	0.421	0.148	-0.233	-0.142
Ba	-0.68	-0.06	0.51	0.14	-0.12	0.110	0.184	0.184	-0.095
Be	-0.77	0.31	0.03	-0.31	0.01	0.035	-0.016	-0.212	0.039
Bi	-0.45	-0.61	-0.21	-0.11	0.24	-0.276	-0.192	0.189	-0.222
Ca	-0.44	0.03	-0.12	0.03	0.04	-0.336	0.533	0.229	0.432
Cd	-0.43	0.42	-0.42	0.25	-0.05	-0.114	-0.018	-0.370	-0.261
Co	-0.54	0.61	-0.14	-0.10	0.16	-0.204	-0.049	-0.163	-0.070
Cr	-0.27	-0.22	0.21	0.41	-0.58	-0.207	0.064	-0.056	-0.209
Cu	-0.56	0.31	-0.11	0.05	-0.12	0.158	0.135	0.132	0.242
Fe	-0.07	0.13	-0.34	-0.64	-0.51	0.212	-0.144	0.319	-0.073
K	-0.34	-0.07	0.41	0.43	-0.18	0.047	0.140	0.336	-0.496
Li	-0.56	0.22	0.37	0.07	0.31	0.239	0.118	0.133	-0.090
Mg	-0.31	0.26	-0.04	0.41	0.13	0.087	-0.539	0.362	0.172
Mn	-0.63	0.49	0.04	-0.20	0.25	0.006	0.228	0.087	0.034
Mo	-0.43	-0.49	-0.01	0.03	-0.49	-0.219	0.011	-0.349	0.064
Na	-0.09	-0.03	0.22	0.05	-0.50	-0.249	0.265	0.128	0.078
Ni	-0.67	0.58	-0.06	-0.05	0.03	-0.196	-0.141	0.011	-0.030
P	-0.04	0.14	-0.37	-0.69	-0.46	0.114	-0.084	0.315	-0.092
Pb	-0.07	-0.14	-0.68	0.49	-0.06	0.416	0.135	0.073	0.083
Sb	-0.39	-0.63	-0.54	0.10	0.07	0.086	0.038	-0.040	0.084
Sn	-0.37	-0.50	-0.29	-0.16	0.22	-0.487	-0.062	0.169	0.128
Th	-0.31	-0.51	0.20	-0.13	0.21	0.438	0.023	-0.108	0.039
Tl	-0.56	-0.36	0.23	-0.30	0.27	0.225	0.174	-0.072	-0.077
V	-0.53	-0.22	0.35	0.04	-0.39	0.098	-0.268	-0.212	0.418
W	-0.44	-0.69	-0.17	-0.14	0.20	-0.339	-0.146	0.074	-0.171
Zn	-0.53	0.38	-0.56	0.17	-0.12	0.016	-0.111	-0.182	-0.158

A figura 5.41 apresenta a projeção das diferentes contribuições das componentes principais mais importantes nos 3 primeiros planos fatoriais. No primeiro plano fatorial com contribuições negativas no CP1, o CP2 permite separar claramente 3 sub-grupos: Co-Ni-Mn-Cd-Zn-Be-Li; Ba-V-Al-Tl; Mo-Sn-Th-Bi-Sb-W;

O segundo plano fatorial separa com base nas coordenadas da CP3 dois sub-grupos de variáveis: Cd-Zn-Sb e Ag-Pb cujas associações refletem os fenômenos de isomorfismos nas galenas e esfalerites (com a substituição do Pb pela Ag e do Zn pelo Cd);

O terceiro plano fatorial destaca a associação P-Fe.

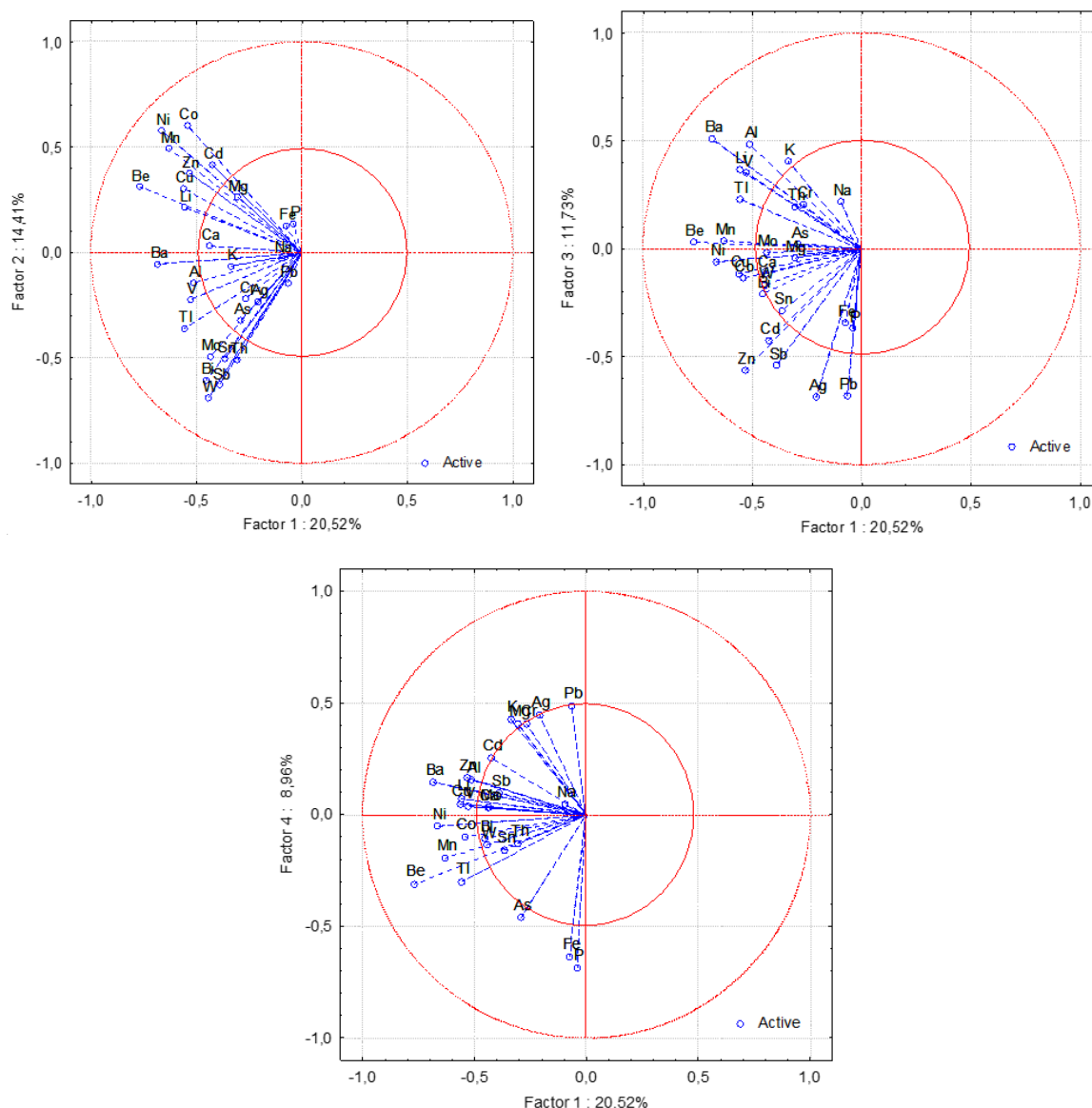


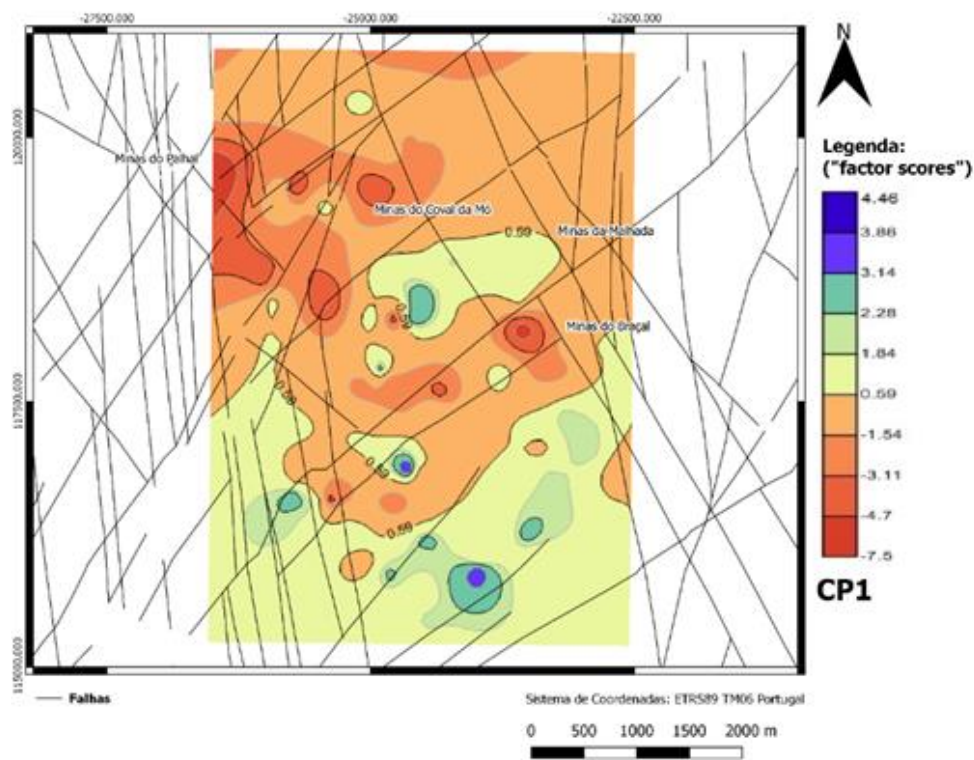
Figura 5.41 - Representação das contribuições das componentes principais nos planos fatoriais mais representativos.

Da análise dos resultados podemos ter uma ideia da contribuição dos elementos (Tabela 5.3) em cada um dos fatores, e realizar uma interpretação dessas associações quer a nível dos processos geoquímicos naturais (geogénicas) quer a nível das contribuições antropogénicas resultantes das atividades mineiras. Tal como no capítulo anterior para a realização dos mapas usou-se os limites das classes cartografadas correspondem aos valores dos percentis apresentados no anexo 4 (Figuras 5.42, 5.43, 5.44, 5.45, 5.46).

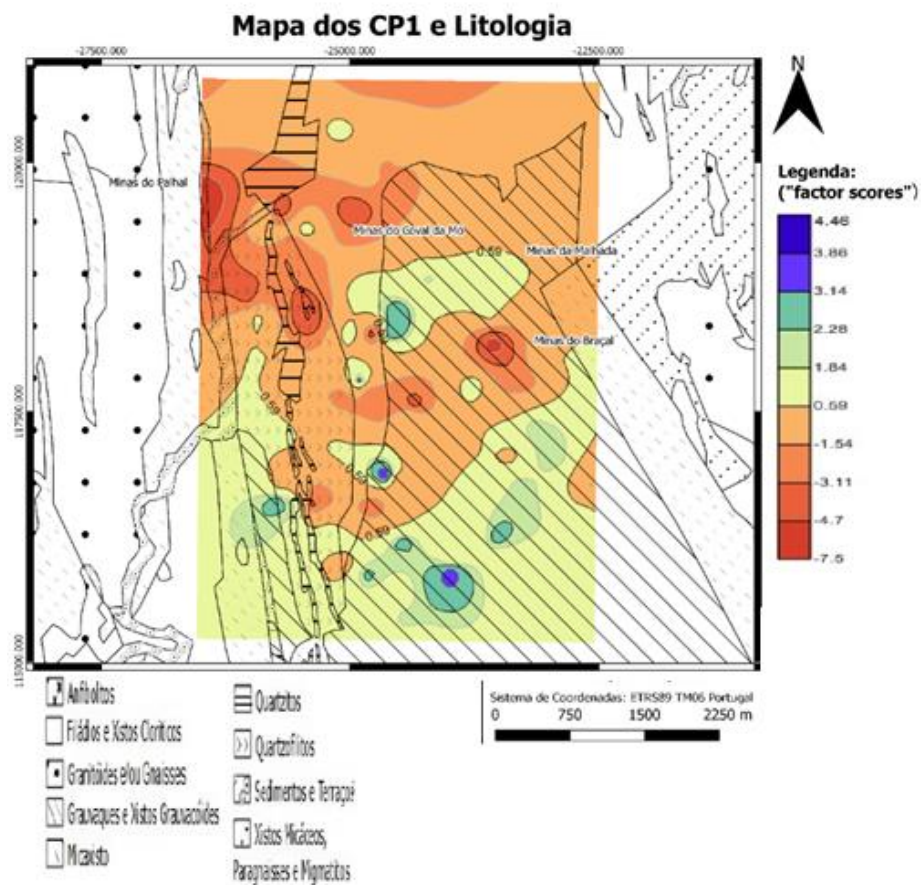
- CP1** – este componente principal explica 20,52% da variância total e apresenta contribuições negativas significativas para elementos traço como o Be, Ba, Ni, Mn, Tl, Li, Cu, Co, Zn, V, Al (Figura 5.41). Esta associação parece estar relacionada com o contexto geológico local dominado essencialmente por formações xistentas, porém não é evidente uma diferenciação entre as diferentes unidades litológicas (Figura 5.42);
- CP2** – este componente principal explica 14.41% da variância total e evidencia a associação das variáveis W, Sb, Bi, Th e Sn (contribuições negativas) em oposição às variáveis Co e Ni (contribuições positivas). Estas contribuições sugerem uma associação típica de elementos associadas a mineralizações de W e elementos associados. As Minas do Palhal é onde se identifica a maior expressão desta associação, verificando no entanto também uma zona anómala nas Minas do Coval da Mó, ao contrário do complexo mineiro Braçal-Malhada (Figura 5.43);
- CP3** - este componente principal explica 11.73% da variância total e apresenta contribuições negativas de Ag, Pb, Zn e Sb em oposição à variável Ba, sugerindo as mineralizações típicas da zona de Pb-Cu-Zn, como por exemplo de galenas. Esta associação verifica-se mais forte na envolvente e principalmente a SW do complexo mineiro Braçal-Malhada (5.44a). Apesar dos filões mineralizados na região apresentarem os elementos aqui agrupados, não parece haver uma forte evidência na contribuição dos mesmos (Figura 5.44b), isto talvez devido à sua elevada profundidade. De referir que a associação Ag-Pb é comum nas galenas que ocorrem nas mineralizações portuguesas (galenas argentíferas);
- CP4** - este componente principal explica 8.96% da variância total e apresenta contribuições negativas de P e Fe. Esta associação de elementos é mais difícil explicar a sua origem, não sendo evidente uma origem litológica ou mesmo associada a mineralizações. Havendo uma influência marcada da geologia os valores positivos

da componente parecem refletir a influência dos materiais removidos das diferentes explorações mineiras e claramente mais enriquecidos em quartzo, diluindo assim a importância do contexto geológico local e regional (marcadamente de xistos e grauvaques). Também a presença de quartzitos e a sua exploração pode ser responsável pela atenuação da associação Fe e P (Figura 5.45);

CP5 – Explica 7.2% da variância total e apresenta contribuições negativas Cr, Fe, Na. A relação entre estes elementos não parece ser evidente aparte do cromo e ferro serem abundantes em rochas ultramáficas, porém estas não abrangeram a área em estudo. No entanto, é de realçar que este fator parece ter sucesso em diferenciar o C.X.G., das cristas quartzíticas e posteriormente dos corpos granitóides e gnáissicos (Figura 5.46 e 5.47).

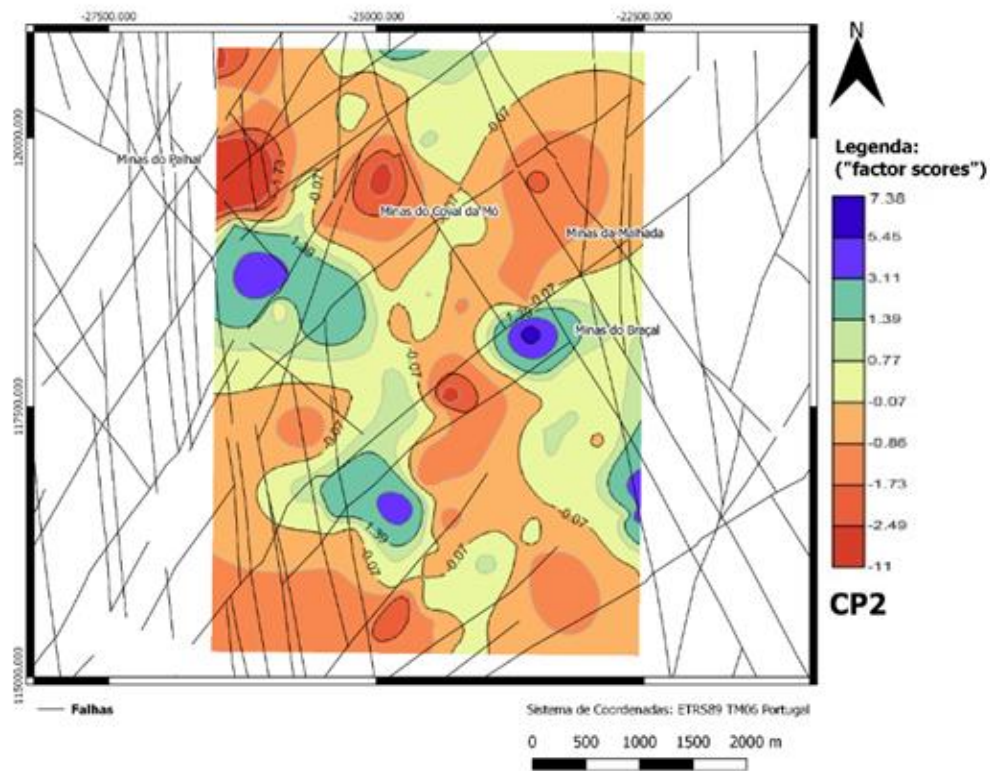


A)

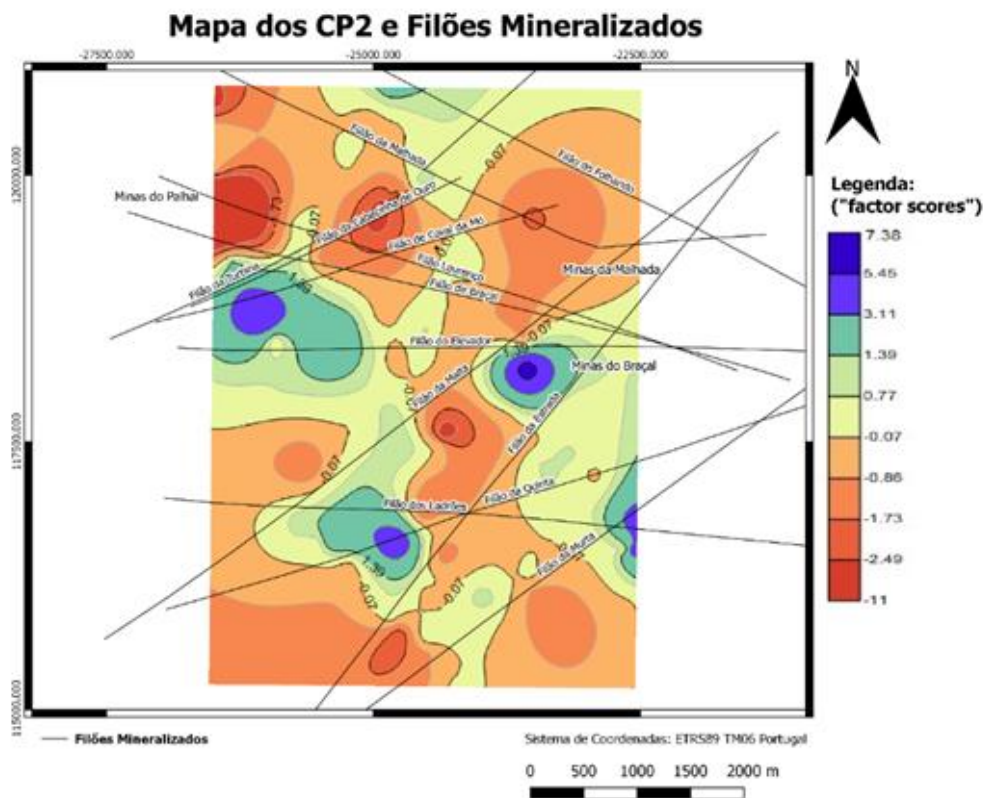


B)

Figura 5.42 - (a) Cartografia espacial do fator CP1 (Be, Ba, Ni, Mn, Tl, Li, Cu, Co, Zn, V, Al – valores negativos) e representação da tectónica regional; (b) representação da litologia regional.

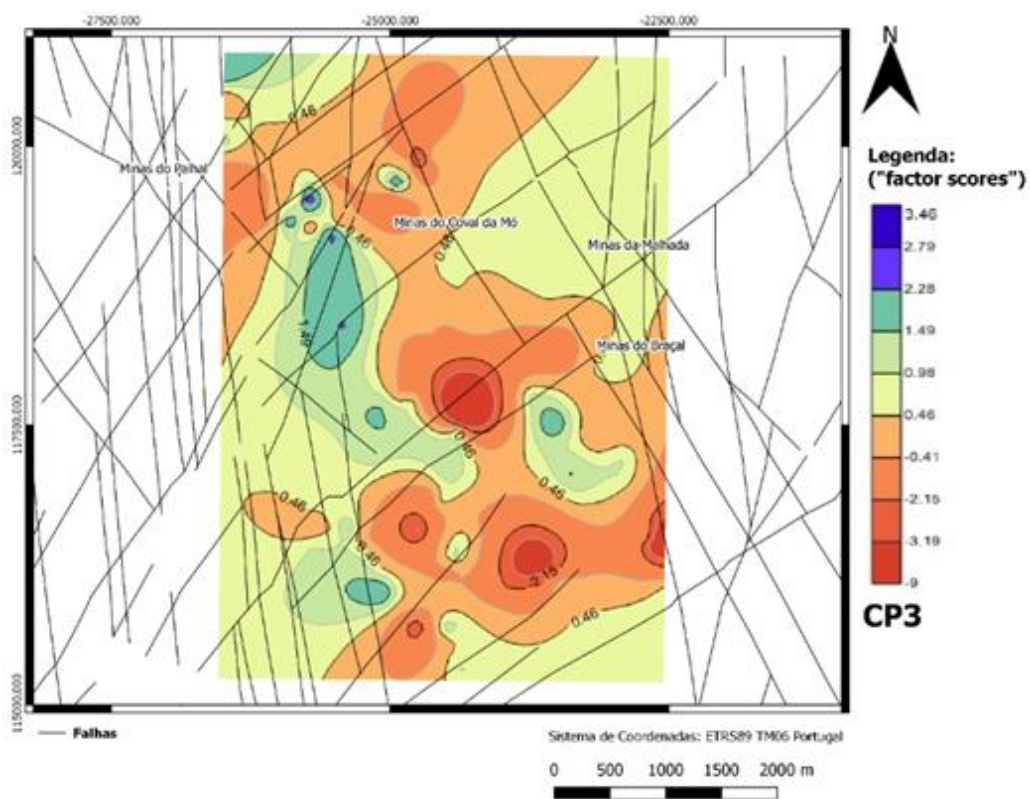


A)

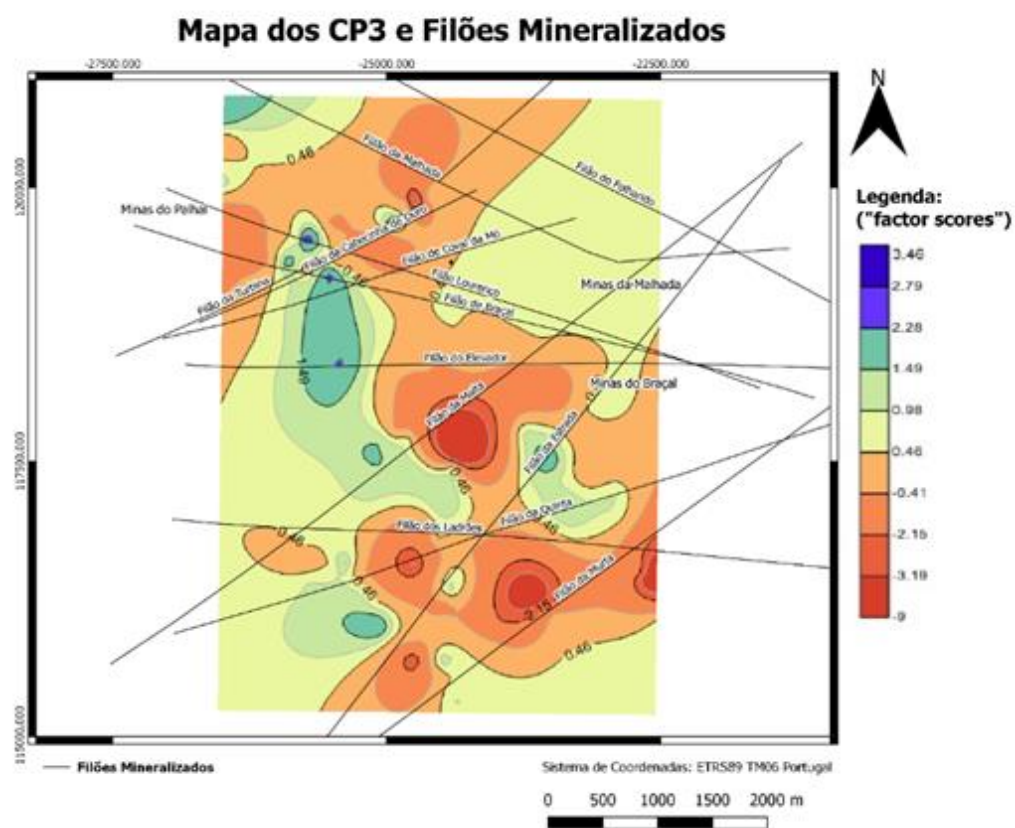


B)

Figura 5.43 - (a) Cartografia espacial do fator CP2 (W, Sb, Bi, Th, e Sn – valores negativos) e representação da tectónica regional; (b) representação dos filões mineralizados mais importantes

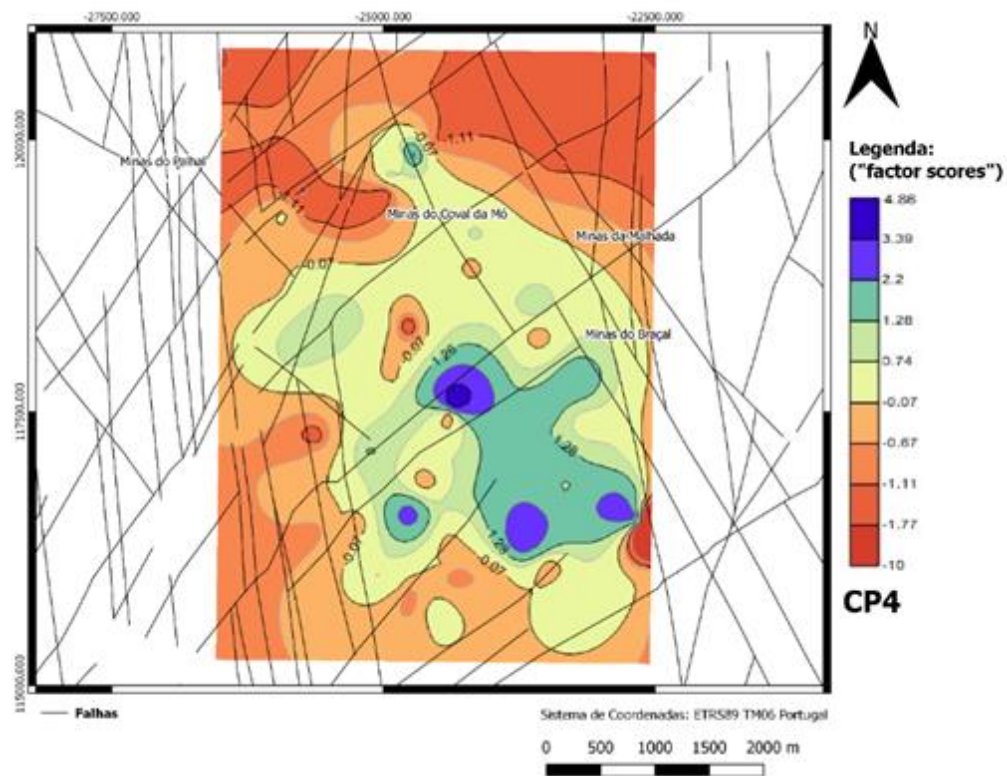


A)

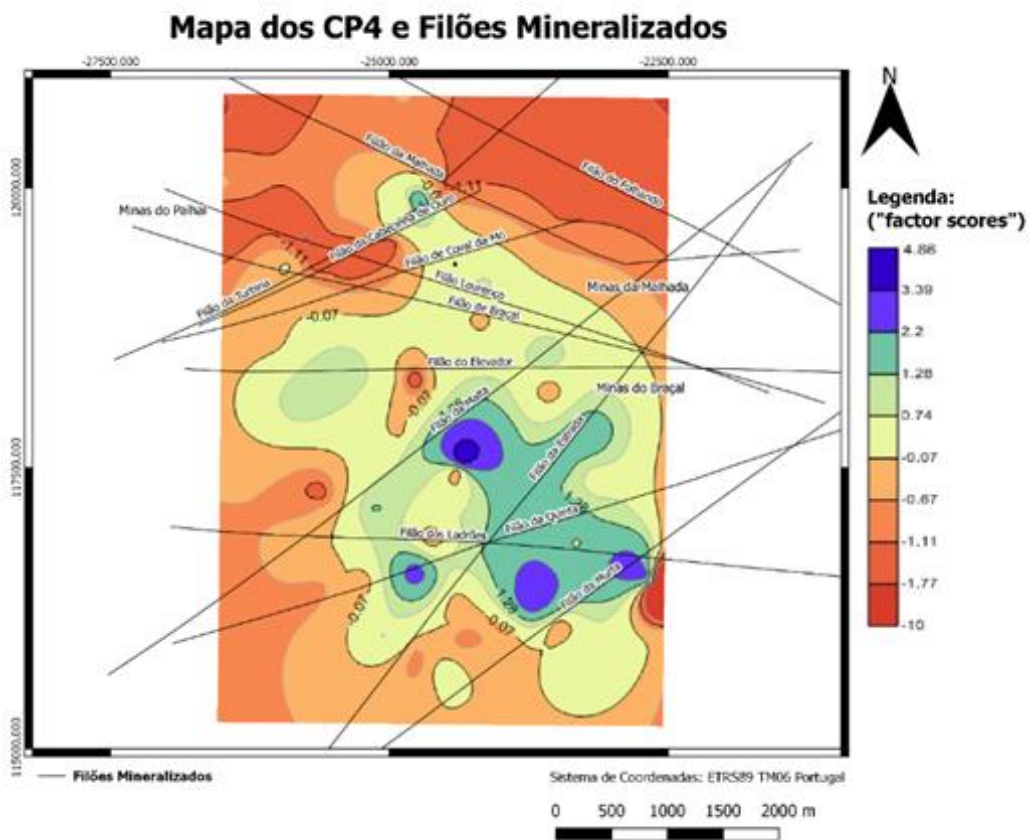


B)

Figura 5.44 – (a) Cartografia espacial do fator CP3 (Ag, Pb, Zn e Sb – valores negativos) e representação da tectónica regional; (b) representação dos filões mineralizados mais importantes.



A)



B)

Figura 5.45 - (a) Cartografia espacial do fator CP4 (P, Fe – valores negativos) e representação da tectónica regional; (b) representação dos filões mineralizados mais importantes.

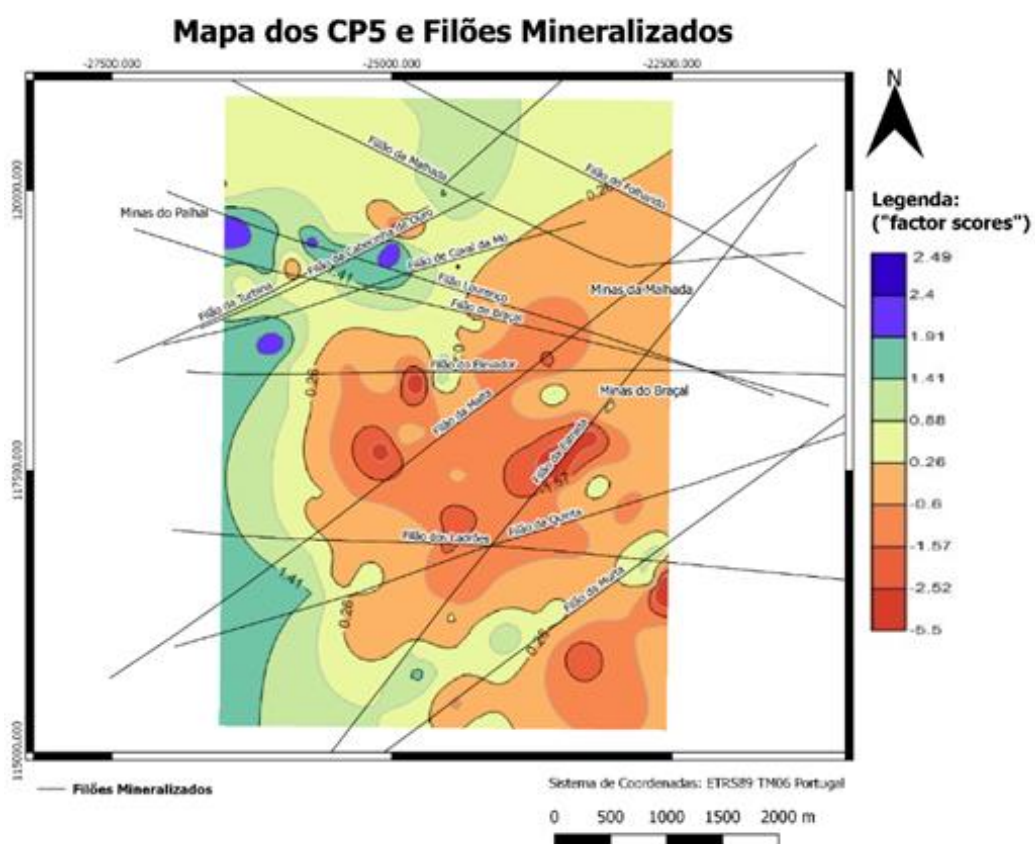
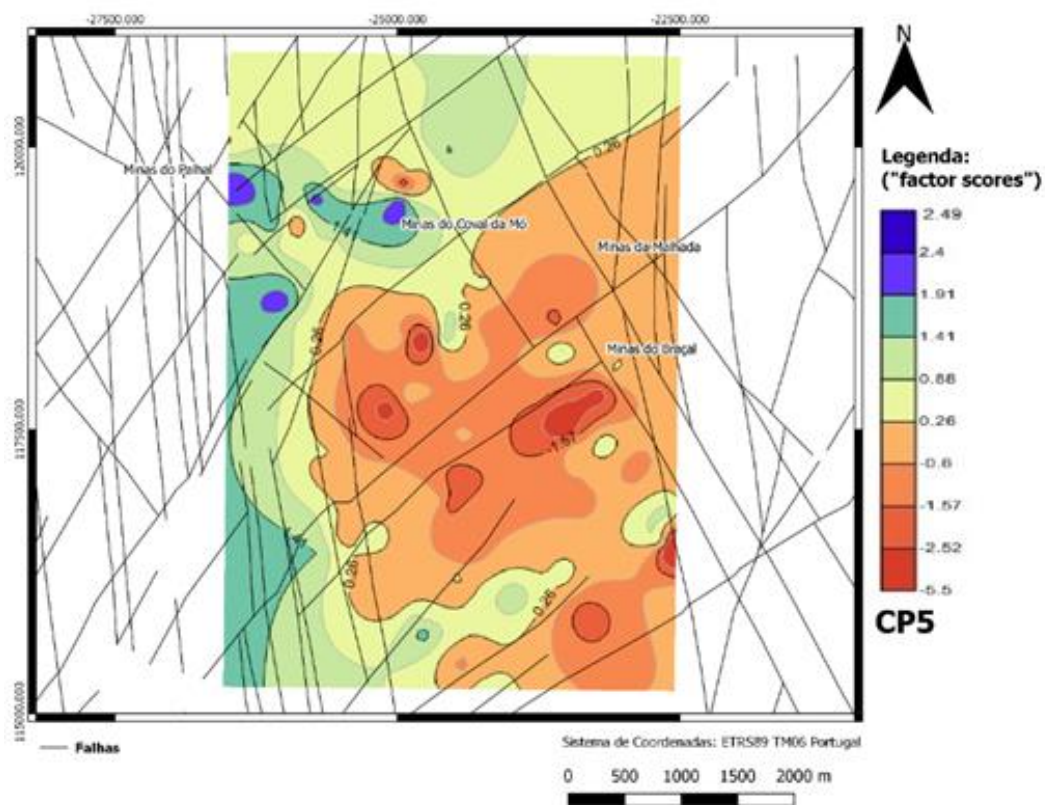


Figura 5.46 - (a) Cartografia espacial do fator CP5 (Cr, Fe e Na – valores negativos) e representação da tectónica regional; (b) representação dos filões mineralizados mais importantes

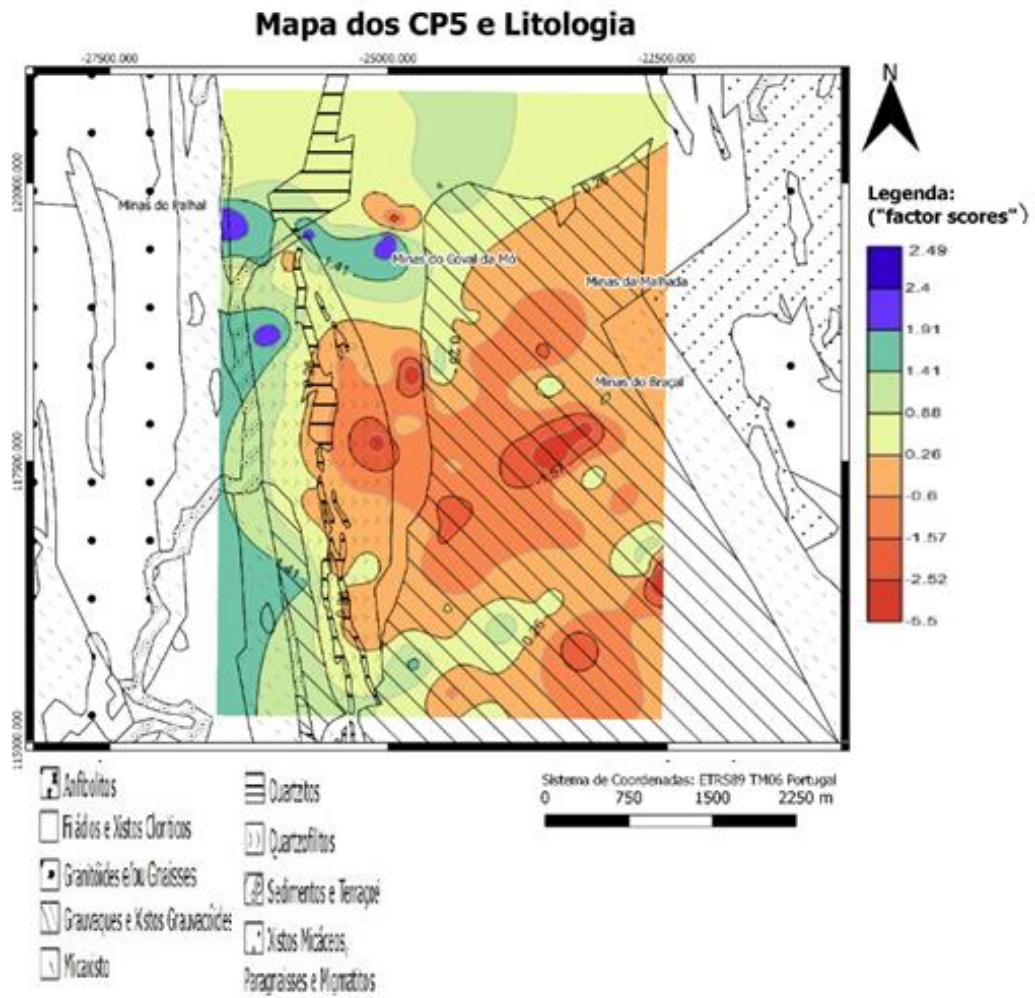


Figura 5.47 - Cartografia espacial do fator CP5 (Cr, Fe e Na – valores negativos) e representação da litologia regional.

Capítulo 6: Considerações Finais

6.1 Conclusões

Este trabalho corresponde ao levantamento geológico, geofísico e geoquímico das litologias aflorantes nas áreas envolventes do Complexo Mineiro Braçal-Malhada, Minas do Coval da Mó e Palhal, localizadas entre Albergaria-a-Velha e Sever do Vouga, na Faixa de Cisalhamento Porto-Tomar.

A ausência de uma cartografia de elevada escala em grande parte da área em estudo levou a que fossem apresentados novos dados litológicos e estruturais para região, através da georeferenciação da Carta Geológica 1:80000 de Severo Gonçalves (1974), em que o levantamento de campo identificou vários afloramentos críticos, que corroboram a carta efetuada por esse autor.

As unidades litoestratigráficas-tectonoestratigráficas deste sector da ZOM foram consideradas de idade Proterozóica, mas a unidade de S. João-de-Ver é ainda alvo de diferentes interpretações entre autores, sendo caracterizada pertencente à ZCI (Ribeiro et al. 2013), de idade Ordovícica por Pereira et al. (2006), e pertencente à ZOM por Chaminé (2000).

Nos micaxistos da Unidade de S. João-de-Ver, parece correta as observações de Severo Gonçalves (1974), onde se verificou uma diferenciação entre os micaxistos da zona de Oliveira de Azeméis para os de Sever do Vouga.

Nos afloramentos quartzíticos da região (Unidade de Caldas de S. Jorge), foi possível visualizar intercalações xistentas e estruturas dobradas, tal como descrito na bibliografia. A interpretação de Severo Gonçalves (1974) e de Aguado (1992) parece ser corroborada já que a Unidade de Caldas de S. Jorge não contacta em toda a sua extensão com o C.X.G., mas que este complexo dá lugar gradualmente, a uma litologia denominada pelo primeiro autor de “Filádios e Xistos Cloríticos”, agora denominados Unidade do Carvoeiro. Sendo assim, a separação litológica e estrutural proposta por estes autores assume a transição do C.X.G. para “Filádios e Xistos Cloríticos”, verificando-se que grande parte das cristas quartzíticas da região encontram-se em contacto também com quartzofilitos.

Foram detetados e georreferenciados a presença de filões quartzosos com mineralizações de pirite nos “Filádios e Xistos Cloríticos”, denominada atualmente por Unidade do Carvoeiro, bem como de afloramentos de granitóides precoces e/ou antehercínicos.

Com base na bibliografia existente foram georreferenciados filões mineralizados do Complexo Mineiro Braçal-Malhada, que foram usados posteriormente para tentar encontrar correlações com a campanha geofísica e geoquímica.

Na campanha eletromagnética a anomalia detetada verifica-se a SW do marco geodésico do Redondo, chegando mesmo a apresentar 80mS por metro.

Comparando as duas configurações (Dipolo Vertical e Horizontal), verifica-se um ligeiro aumento da anomalia em profundidade, já que a anomalia com o uso da configuração horizontal (dipolo vertical), que alcança maiores profundidades, apresenta um tamanho ligeiramente maior bem como a continuação para Sul da anomalia principal.

A anomalia eletromagnética situa-se sobre o Filão da Malta, e foi possível também nesse local encontrar acessos mineiros já condicionados. Se o Filão for o causador da anomalia, explicaria o porque de a mesma aumentar ligeiramente em profundidade, já que a profundidade de investigação, ainda que diminuta em termos de comparação com a exploração efetuada, estaria um pouco mais próxima da profundidade filão. Porém, é de realçar, que a anomalia não segue a direção do filão NE-SW.

Esta campanha eletromagnética apresentou uma enorme correlação com a de uma campanha TDEM, usando o método de Turam, efetuado por Rocha Gomes entre 1946 a 1948, onde ambos os métodos detetaram a mesma direção da anomalia e maior intensidade no mesmo local.

A anomalia magnética apresenta uma orientação N-S na secção mais ocidental e a tender na sua zona Norte para NE. A mesma parece ter continuidade também em parte para uma outra anomalia de menor intensidade, na secção mais oriental com uma orientação NW-SE. Já anomalias negativas para Este, estas relacionadas talvez com o aparecimento das intrusões dos corpos ígneos na área em estudo, ou mesmo relacionadas com o aumento da contribuição antropogénica nessa mesma área.

Os mapas magnéticos de tendência regionais foram obtidos através de uma interpolação polinomial de segundo grau dos dados recolhidos, apresentando maior sucesso do que os do modelo IGRF12. Existe um aumento gradual de intensidade no campo magnético regional para W, existindo mesmo, no extremo ocidente da carta, uma tendência N-S nas linhas de intensidade magnética. Estes resultados assemelham-se aos da tendência regional da anomalia de Bouguer, detetados durante a campanha gravimétrica efetuada na área (*Martins, in prep.*), talvez relacionados com o grande acidente tectónico da região, o ramo mais ocidental do megacisalhamento Porto-Tomar.

No Complexo Mineiro Braçal-Malhada verifica-se que a anomalia magnética positiva se centra na mina da Malhada, tal como verificado por Hespanha de Oliveira (1987).

Verifica-se claramente um controlo litológico na anomalia magnética detetada, sobre o contacto entre o C.X.G. e Filádios, Xistos Cloríticos até os Quartzitos, seguindo até para Sul. A anomalia magnética atinge os valores de maior intensidade na interseção das falhas com diferentes direções, nomeadamente a interseção das falhas N-S a N^o15W e NE-SW.

A redução ao polo magnético verificou-se eficaz na remoção das anomalias dipolares sugeridas, que quase que desaparecem por completo. A segunda derivada vertical verificou-se não obteve um grande sucesso na delimitação de contactos geológicos, sendo que se obteve maior sucesso no gradiente direcional E-W.

Usando as deconvoluções de Euler estimaram-se profundidades da origem magnética, mais baixas no Complexo Mineiro do Braçal-Malhada e mais elevadas no alinhamento NE-SW a norte das minas do Coval da Mó, tal como no setor sul da anomalia positiva N-S. As restantes soluções para a anomalia N-S e na anomalia mais a oriente, estimaram profundidades intermédias. É de realçar que quanto maior for o índice estrutural maior é a profundidade estimada, sendo que o que aparenta melhor sucesso é o de corresponde a diques ou soleiras, que se sabem que existem na região, apresentando esta configuração menos soluções e profundidades que se sabem que existiram explorações.

Verificou-se uma forte correlação entre a prata e o chumbo para a área em estudo, delimitando duas anomalias espacialmente associadas as Minas do Coval da Mó e ao Complexo Mineiro Braçal-Malhada, apresentando um comportamento semelhante à anomalia magnética registada nesse local, com maior expressão a norte das Minas do Coval da Mó, e a SW do Complexo Mineiro Braçal-Malhada com uma orientação NW-SE.

Nas Minas do Palhal foi possível verificar que a mesma tem uma maior contribuição de W-Sn-Bi-Sb, para a região, apesar de esses elementos não terem sido anteriormente aí explorados. O cobre e molibdénio também se encontram espacialmente associado às mesmas.

Nas Minas do Coval da Mó também foi possível verificar uma maior contribuição de bismuto e tungsténio em relação ao Complexo Mineiro Braçal-Malhada, se bem que a anomalia não seja tão intensa como nas Minas do Palhal.

A oeste das Minas do Braçal é de realçar as anomalias de cobre, zinco, cádmio e cobalto. Já o crômio apresentou valores de fundo geoquímico bastante superiores aos

esperados para a região, estando as anomalias espacialmente associadas às Minas do Coval da Mó e Malhada-Braçal.

Na análise de componentes principais, o primeiro componente principal de Be, Ba, Ni, Mn, Tl, Li, Cu, Co, Zn, V, Al sugere uma contribuição geológica local, maioritariamente xistenta.

A análise do segundo componente principal com W, Sb, Bi, Th e Sn (contribuições negativas) em oposição às variáveis Co e Ni (contribuições positivas), confirma as hipóteses sugeridas acima para a análise individual desses elementos, estando as anomalias desses elementos confinadas às Minas do Palhal e com menor intensidade nas Minas do Coval Mó.

Já observando a análise do terceiro componente principal com contribuições negativas de Ag, Pb, Zn e Sb em oposição à variável Ba, sugerindo as mineralizações típicas da zona de Pb-Cu-Zn, como por exemplo de galenas. Esta associação verifica-se mais forte na envolvente e principalmente a SW do Complexo Mineiro Braçal-Malhada.

O quarto componente principal com contribuições negativas de Fe e P não sugere uma origem litológica ou mesmo associada a mineralizações, podendo escombrelas ou explorações quartzíticas serem parcialmente responsáveis por essa associação. Já o quinto componente principal com contribuições negativas de Cr, Fe e Na, obteve sucesso na diferenciação litológica do C.X.G., das cristas quartzíticas e posteriormente dos corpos granitóides e gnáissicos.

Por fim é de realçar uma boa correlação na anomalia magnética detetada bem como as anomalias geoquímicas, quer no chumbo, quer na análise dos componentes principais, com maior expressão a norte das Minas do Coval da Mó marcado em A) na Figura 6.1, e a SW do Complexo Mineiro Braçal-Malhada com uma orientação NW-SE, assinalado em B) na figura abaixo.

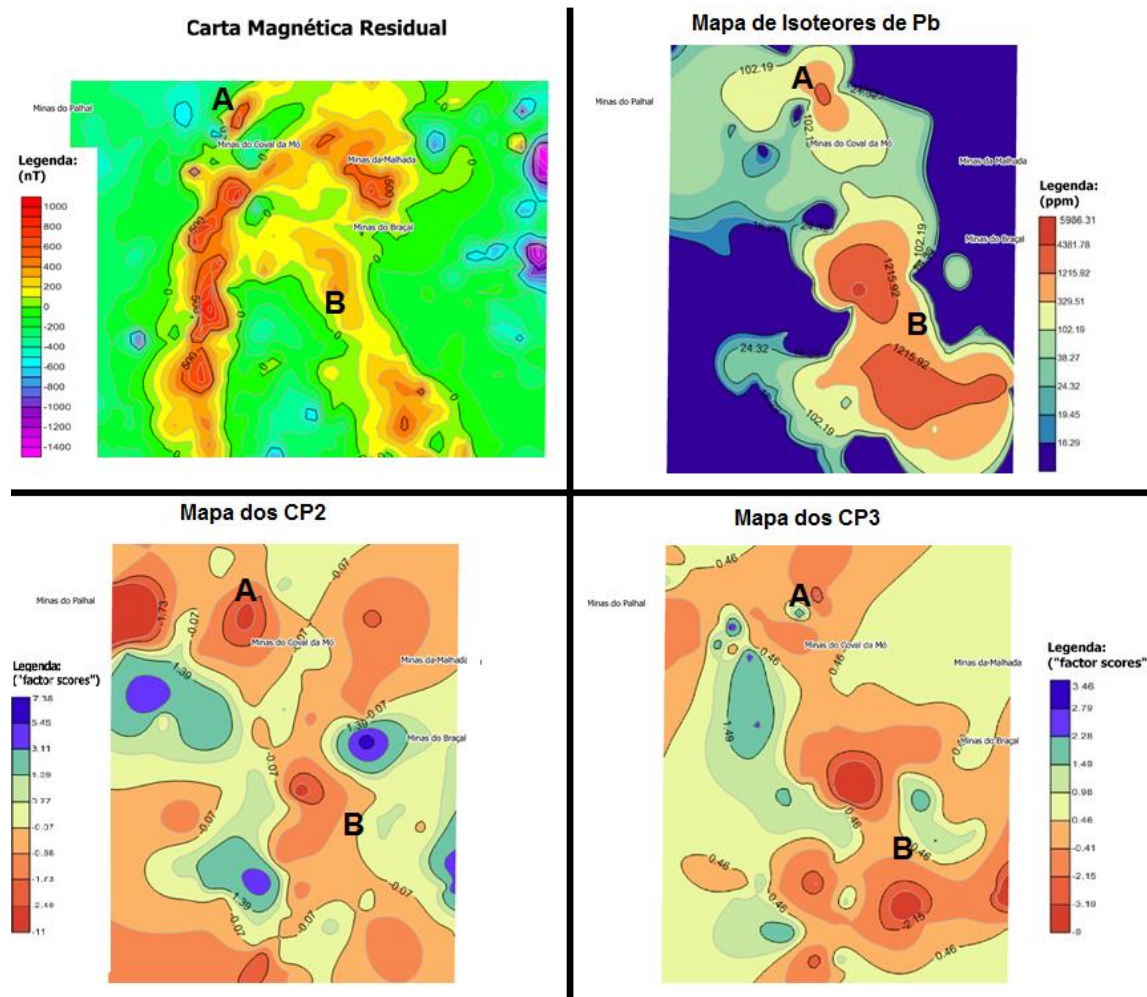


Figura 6.1 - Correlação entre a campanha magnética e geoquímica.

6.2 Recomendações

Um dos aspetos mais interessantes neste trabalho foi verificar a elevada precisão na carta usada neste trabalho de Severo Gonçalves (1974), ainda que a mesma não seja de elevada escala. Espera-se que com este trabalho os afloramentos críticos indicados sejam alvo de revisão e melhoramento descritivo, à meso e microescala, de várias especialidades (e.g., tectónica, metamorfismo, geoquímica isotrópica, mineralogia), para que estes futuros estudos contribuam para a publicação da carta 1:50000 da região.

Será também de futuro interesse a realização de perfis de eletrorresistividade nas anomalias eletromagnéticas e magnéticas detetadas, para que a futura criação de pseudo-seções contribua para a interpretação das anomalias.

Por fim, o alargamento da malha de amostragem geoquímica na região é essencial nomeadamente a NE do Complexo Mineiro Braçal-Malhada, bem como nas Minas do Palhal, de modo a delimitar com maior detalhe as anomalias detetada.

Referências Bibliográficas

- Abalos, B., Carreras, J., Druguet, E., Escuder Viruete, J., Gómez-Pugnaire, M. T., Alvarez, L. S., ... Gil-Ibarguchi, J. I. (2002). *Variscan and Pre-Variscan Tectonics*. (W. Gibbons & T. Moreno, Eds.). Geological Society London, London.
- Aguado, B. V. (1992). *Geología estructural de la zona de cisalla de Porto-Tomar en la región de Oliveira de Azeméis-Serra da Arada*. Universidad de Salamanca.
- Aku, M. O. (2014). Application of Second Vertical Derivative Analytical Method To Bouguer Data for the Purpose of Delineation of Lithological Boundaries. *Science World Journal*, 9(3), 27–32.
- Almeida, F. (1993). *Técnicas Tripotenciais e efeitos de orientação em polarização induzida*. Universidade de Aveiro.
- Azor, A., Expósito, I., González Lodeiro, F., Simancas, J. F., & Martínez Poyatos, D. (2004). Zona de Ossa-Morena. Estratigrafía: formaciones precámbricas. In J. A. Vera (Ed.), *Geología de España* (pp. 166–189). Madrid: Sociedad Geológica de España, IGME.
- Bernardo de Sousa, M. (1982). *Litostratigrafia e estrutura do «Complexo Xisto-Grauváquico ante-Ordovícico» - Grupo do Douro (Nordeste de Portugal)*. Universidade de Coimbra.
- Braz Martins, C. M. (2011). A mineração do chumbo em época romana . O exemplo das Minas de Braçal e Malhada (Aveiro). *O Arqueólogo Português*, 5(1), 489–504.
- Breiner, S. (1999). Applications Manual for Portable Magnetometers. Geometrics.
- Chaminé, H. I. (2000). *Estratigrafia e estrutura da faixa metamórfica de espinho-Albergaria-a-velha (Zona de Ossa-Morena): implicações geodinâmicas*. Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- Chaminé, H. I., Fernandes, J. P., Moço, L. P., Fonseca, P. E., Sousa, M. J. L. De, & Ribeiro, A. (2000). New data on the stratigraphy, Paleontology and Organic Petrology from Mouquim-Carvoeiro Palaeozoic Synform (Porto-Albergaria-a-Velha Shear Zone, NW of Portugal): Tectonostratigraphic Implications. In J. B. Diez & A. C. Balbino (Eds.), *I Congresso Ibérico de Paleontologia, XVI Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología* (pp. 52–53).
- Chaminé, H. I., Fonseca, P. E., Pereira, E., & Ribeiro, A. (1996). Estruturas Desenvolvidas Em Ortognaisses Da Unidade De Lourosa Induzidas Pelo Carreamento De S . João-De-Ver . Aspectos Da Deformação No. In *2ª Conferência Anual do Grupo de Geologia Estrutural e Tectónica* (pp. 45–48). Fac. Ciências Univ. Lisboa.
- Chaminé, H. I., Fonseca, P. E., Rocha, F. T., Fernandes, J. P., Moço, L. P., Pereira, L. C. G., ... Ribeiro, A. (2000). Unidade De Albergaria-a-Velha (Faixa De Cisalhamento Porto – Tomar – Ferreira Do Alentejo): Principais Resultados De Um Estudo Geológico Pluridisciplinar, *14*, 49–61.
- Chaminé, H. I., Gama Pereira, L. C., Fonseca, P. E., Moço, L. P., Fernandes, J. P., Rocha, F. T., ... Araújo, A. (2003). Tectonostratigraphy of Middle and Upper Palaeozoic black shales from the Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo shear zone (W Portugal): New perspectives on the Iberian Massif. *Geobios*, 36(6), 649–663. <https://doi.org/10.1016/j.geobios.2003.03.002>
- Chaminé, H. I., Gama Pereira, L. C., Fonseca, P. E., Noronha, F., & Lemos De Sousa, M. J. (2003). Tectonoestratigrafia da faixa de cisalhamento de Porto–Albergaria-a- Velha–Coimbra–Tomar, entre as Zonas Centro-Ibérica e de Ossa-Morena (Maciço Ibérico, W de Portugal). *Cadernos Do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 28, 37–78.
- Chaminé, H. I., Gomes, A., Teixeira, J., Fonseca, P. E., Pinto de Jesus, A., Gama Pereira, L. C., ... Rocha, F. T. (2004). Geologia, geomorfologia e estratigrafia dos domínios estruturais de Carvoeiro-Caldas de S. Jorge e de Soutelo-Arrancada do Vouga (faixa de cisalhamento de Porto-Coimbra-Tomar, NW de Portugal): implicações tectonoestratigráficas. *Cadernos Do Laboratorio Xeoloxico de Laxe*, 29(29), 299–330.
- Chaminé, H. I., Leterrier, J., Fonseca, P., Ribeiro, A., & Sousa, M. J. L. D. E. (1998). Geocronologia

- U / Pb em zircões e monazites de rochas ortoderivadas do sector Espinho - Albergaria-a-Velha (Zona de Ossa Morena , NW de Portugal). In A. Azerêdo (Ed.), *Actas V Congresso Nacional de Geologia* (Vol. 84, pp. 115–118). Lisboa: Inst. Geol. Min.
- Chaminé, H. I., Moço, L. P., Rocha, F. T., Flores, D., Lemos De Sousa, M. J., & Fonseca, P. E. (2001). Rochas metacarbonatadas e metapelíticas do Paleozóico médio (sector de Espinho–Albergaria-a-Velha–Coimbra, NW de Portugal): caracterização preliminar baseada em marcadores geoquímicos, mineralógicos e petrológicos. In E. Arranz & C. Galé (Eds.), *Proceedings IIIer Congreso Ibérico de Geoquímica/VIIIº Congreso de Geoquímica de España* (pp. 337–341). Instituto Tecnológico de Aragón, Zaragoza, Spain.
- Chaminé, H. I., Pereira, E., Fonseca, P. E., & Ribeiro, A. (1996). Aspectos da deformação da unidade alóctone de S. João-de-Ver (Sector Espinho-Albergaria, Zona de Ossa-Morena). In *2ª Conferência Anual do Grupo de Geologia Estrutural e Tectónica* (pp. 3–6). Fac. Ciências Univ. Lisboa.
- Chaminé, H. I., Ribeiro, A., & Pereira, E. (1995). Cartografia geológica e estratigrafia da faixa precâmbria do sector Espinho–Albergaria-a-Velha (Zona de Ossa-Morena). In *IV Congresso Nacional Geologia* (p. IN: SODRÉ BORGES, F. S. & MARQUES, M. (coords.). M). Porto.
- Cooper, G. R. J., & Cowan, D. R. (2004). Filtering using variable order vertical derivatives. *Computers and Geosciences*, 30(5), 455–459. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2004.03.001>
- Correia, V. (1997). *Prospecção de Filões Aplito-Pegmatíticos Mineralizados em Espodumena com recurso a Métodos Geofísicos na Região da Serra do Barroso, Trás-os-Montes Ocidental*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Davis, J. C. (1986). *Statistics and Data Analysis in Geology*. (2nd ed.). New York: John Wiley & Sons.
- Dentith, M., & Mudge, S. (2014). *Geophysics for the Mineral Exploration Geoscientist*. Cambridge University Press.
- Dias, R., & Ribeiro, A. (1995). The Ibero-Armorican Arc: a collisional effect against an irregular continent? *Tectonophysics*, 246, 113–128.
- Díez Balda, M. A., García Casquero, J. L., Monteserín López, V., Nozal Martín, F., Pardo Alonso, M. V., & Robles Casas, R. (1990). Cizallamientos subverticales posteriores a la segunda fase de deformación Hercínica al sur de Salamanca (Zona Centro-Ibérica). *Revista de La Sociedad Geológica de España*, (3), 117–125.
- Díez Balda, M. A., Martínez Catalan, J. R., & Ayarza Arribas, P. (1995). Syn-collisional extensional collapse parallel to the orogenic trend in a domain of steep tectonics: the Salamanca Detachment Zone (Central Iberian Zone, Spain). *Journal of Structural Geology*, 17(2), 163–182. [https://doi.org/10.1016/0191-8141\(94\)E0042-W](https://doi.org/10.1016/0191-8141(94)E0042-W)
- Dobrin, M., & Savit, C. (1988). *Introduction to Geophysical Prospecting*. McGraw-Hill Book Company.
- Farias, P., Gallastegui, G., González Lodeiro, F., Marquínez, J., Martín Parra, L. M., Martínez Catalán, J. R., ... Rodríguez Fernández, L. R. (1987). Aportaciones al conocimiento de la litoestratigrafía y estructura de Galicia Central. *Mem. Fac. Ciênc. Univ. Porto*, 1(July), 411–431.
- Fernandes, J. P., Moco, L. P., Chaminé, H. I., Lemos de Sousa, M. J., Fonseca, P. E., Ribeiro, A., ... Balbino, A. C. (2000). A devonian Palynomorph assemblage in Albergaria-a-Velha (NW Portugal): regional implications. In J. B. Díez & A. C. Balbino (Eds.), *I Congresso Ibérico de Paleontologia, XVI Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología, Livro de Resumos Universidade de Évora* (pp. 81–82).
- Ferreira, A. (1993). *Uso de sedimentos de corrente (amostragem de baixa densidade) na caracterização geoquímica das bacias dos rios Vouga e Mira. Implicações em Cartografia Geoquímica Regional*. Universidade de Aveiro.
- Ferreira, A. (2000). *Dados de base de sedimentos fluviais de amostragem de baixa densidade de Portugal Continental: Estudo de factores de variação regional*. Universidade de Aveiro.
- Ferreira, A., Björklund, A., & Pinto, M. S. (1996). Sampling of Stream Sediment in Portugal for Global Geochemical Baselines : A Case Study in Subtropical Terrain, 10, f(January), 95–112.

- Ferreira, F. (1992). *Métodos Electromagnéticos de Prospeção aplicados em Geologia de Engenharia*. Universidade Nova de Lisboa.
- Ferreira, M. (2004). *Dados geoquímicos de base de solos de Portugal Continental, utilizando amostragem de baixa densidade*. Universidade de Aveiro.
- Ferreira, N., Noronha, F., Iglésias, M., Eurico, P., Ribeiro, A., & Ribeiro, M. L. (1987). Granitóides da Zona Centro-Ibérica e seu enquadramento geodinâmico. In F. Bea, A. Carnicero, J. C. Gonzalo, M. López Plaza, & M. D. Rodriguez Alonso (Eds.), *Geología de los granitoides y rocas asociadas del Macizo Hesperico, Libro de Homenaje a L. C. García de Figuerola* (Rueda, pp. 37–51). Madrid.
- Ferreira, P. (2013). *Aspetos cartográficos, estruturais e metamórficos da Faixa Metamórfica Porto-Viseu: transversal na região entre a foz do rio Sousa e a barragem de Crestuma- Lever*. Faculdade Ciências Universidade do Porto.
- Gama Pereira, L. C. (1987). *Tipologia e evolução da sutura entre a Zona Centro-Ibérica e a Zona de Ossa-Morena no sector entre Alvaiázere e Figueiró dos Vinhos (Portugal Central)*. Universidade de Coimbra.
- Gomes, A. A. T. (2008). *Evolução Geomorfológica da Plataforma Litoral entre Espinho e Águeda*. Faculdade de Letras da Universidade do Porto.
- Gomes, A., & Barra, A. (2001). *Morfologia e Cobertura Detrítica da Plataforma Litoral na área de Albergaria-A-Velha (Distrito de Aveiro). Estudos do Quaternário*. Lisboa.
- Gonçalves, L. J. (1987). *Prospeção Magnética na Área de Braçal- Malhada-Rio Mau: Relatório de Estágio Geofísica*. Universidade de Aveiro.
- Hespanha de Oliveira, J. P. (1987). *Prospeção Magnética na Zona de Braçal-Rio Mau: Relatório de Estágio Geofísica*. Universidade de Aveiro.
- Julivert, M., Fontbote, J. M., Ribeiro, A., & Conde, L. (1974). *Memória Explicativa del Mapa Tectónico de la Peninsula Iberica y Baleares*. Inst. Geol. Min. España.
- Kearey, P., Brooks, M., & Hill, I. (2002). *An Introduction to Geophysical Exploration*. Blackwell Science. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Lotze, F. (1945). Zur Gliederung der Varisziden der Iberischen Meseta. *Geotektonische Forschungen*, 6.
- Lourenço, J. (2006). *Contribuição para o conhecimento do modelo geológico-estrutural da Bacia de Telões por métodos geofísicos integrados*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Marques de Sá, C., & Noronha, F. (2012). Geotermómetro de Ga/Ge em esfalerite - Aplicação ao jazigo do Braçal. *Comunicacoes Geologicas*, 99(1), 5–10.
- McNeill, J. D. (1980). Electromagnetic Terrain Conductivity Measurement at Low Induction Numbers. *Technical Note TN*. Retrieved from <http://www.geonics.com/pdfs/technicalnotes/tn6.pdf>
- Medina, J. (1996). *Contribuição para o conhecimento da Geologia do Grupo das Beiras (CXG) na região do Caramulo-Buçaco (Portugal Central)*. Universidade de Aveiro.
- Moço, L. P., Flores, D., Chaminé, H. I., Sousa, M. J. L. De, Rocha, F. T., Gomes, C., ... Fonseca, P. E. (2001). Organic petrology characterisation of middle Palaeozoic black shales from Estarreja – Albergaria-a-Velha – Coimbra sector (Iberian Terrane , W . Portugal): tectonic and palaeogeographic implications. In *Abstracts of the TSOP/ICCP Session, The 53rd Meeting of the International Committee for Coal and Organic Petrology*. (pp. 103–108). Organised by the Geological Survey of Denmark and Greenland (GEUS). Copenhagen.
- Moreira, C., Aquino, W., & Dourado, J. (2007). Aplicação do Método Electromagnético Indutivo (EM) no Monitoramento de Contaminantes em Subsuperfície. *Revista Brasileira de Geofísica*, 25, 413–420.
- Moreira, N., Dias, R., Romão, J., Pedro, J. C., & Ribeiro, A. (2013). Influência da Zona de Cisalhamento Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo na região de Abrantes; uma estrutura de primeira ordem à escala do Orógeno Varisco na Ibéria. In *III CJIG, LEG 2013 & 6th PGUE* (pp.

- 161–165).
- Noronha, F., Ramos, J. M. F., Rebelo, J. A., Ribeiro, A., & Ribeiro, M. L. (1979). Essai de correlation des phases de déformation hercynienne dans le nord-ouest peninsulaire. *Boletim Da Sociedade Geológica de Portugal XXI*, XXI(II–III), 227–237.
- Oliveira, J. T., Oliveira, V., & Piçarra, J. M. (1991). Traços gerais da evolução tectono-estratigráfica da Zona de Ossa-Morena, em Portugal. *Cuadernos Laboratorio Xeológico de Laxe*, (16), 221–250.
- Oliveira, R. (2014). *Caracterização Geológica, Exploração e Tratamento de Rochas Granito-Migmatíticas da Pedreira Sacramento (Oliveira de Azeméis)*. Universidade de Aveiro.
- Pamplona, J. (2001). *Tectónica do antiforma de Viana do Castelo-Caminha (ZCI): regime de deformação e instalação de granitóides*. Universidade do Minho.
- Pinéo, T. (2005). *Integração de Dados Geofísicos, Geológicos e de Sensores Remotos Aplicados à Prospeção de Água Subterrânea em Meio Fissural (Distrito de Juá, Irauçuba/CE)*. Universidade do Ceará. Retrieved from http://www.cprm.gov.br/publique/media/evento_1164.pdf
- Pereira E., Severo Gonçalves, L., Moreira, A. (1980). *Carta geológica de Portugal na escala 1:50 000. Notícia explicativa da folha 13-D (Oliveira de Azeméis)*. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.
- Pereira E., Severo Gonçalves, L., Moreira, A. (1981). *Carta geológica de Portugal na escala 1:50 000, Folha 13-D (Oliveira de Azeméis)*. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.
- Pereira E., Severo Gonçalves, L., Moreira, A. (2006). *Carta geológica de Portugal na escala 1:50 000, Folha 13-D (Oliveira de Azeméis)*. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.
- Pereira E., Severo Gonçalves, L., Moreira, A. (2007). *Carta geológica de Portugal na escala 1:50 000. Notícia explicativa da folha 13-D – Oliveira de Azeméis*. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.
- Quesada, C., Robardet, M., & Gabaldon, V. (1990). Stratigraphy of Ossa-Morena Zone: Synorogenic Phase (Upper Devonian-Carboniferous-Lower Permian). In R. D. Dallmeyer & E. Martínez-García (Eds.), *Pre-Mesozoic Geology of Iberia* (pp. 273–279). Springer-Verlag.
- Ravat, D. (2007). Reduction to Pole. In D. Gubbins & E. Herrero-Bervera (Eds.), *Encyclopedia of Geomagnetism and Paleomagnetism* (pp. 856–857). Springer.
- Reid, A. B., Allsop, J. M., Granser, H., Millett, A. J., & Somerton, I. W. (1990). Magnetic interpretation in three dimensions using Euler deconvolution. *Geophysics*, 55(1), 80–91. <https://doi.org/10.1190/1.1442774>
- Reynolds, J. (1997). *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. John Wiley & Sons Ltd.
- Ribeiro, A., Pereira, E., Severo, L. (1980). Análise da deformação da zona de cisalhamento Porto-Tomar na transversal de Oliveira de Azeméis. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, 66, 3–9.
- Ribeiro, A., Antunes, M. T., Ferreira, M. P., Rocha, R. B., Soares, A. F., Zbyszewski, G., ... Monteiro, J. H. (1979). Introduction à la géologie générale du Portugal. In *26e Congr.internat.Géol.*, 1980 (p. 45). Paris: Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.
- Ribeiro, A., Munhá, J., Dias, R., Mateus, A., Pereira, E., Ribeiro, M., ... Pedro, J. (2007). Geodynamic Evolution of the SW Europe Variscides. *Tectonics*, (6).
- Ribeiro, A., Pereira, E., Chaminé, H. I., & Rodrigues, J. (1995). Tectónica do Megadomínio de Cisalhamento entre a Zona de Ossa-Morena e a Zona Centro-Ibérica na região Porto-Lousã. In *IV Congresso Nacional Geologia* (pp. 299–303). Porto.
- Ribeiro, A., Romão, J., Munhá, J., Rodrigues, J., Pereira, E., Mateus, A., & Araújo, A. (2013). Relações Tectonoestratigráficas e Fronteiras entre as Zonas Centro-Ibérica e Ossa-Morena do Terreno Ibérico e o Terreno Finisterra. In R. Dias, A. Araújo, P. Terrinha, & J. C. Kullberg (Eds.), *Geologia de Portugal, Volume 1 - Geologia Pré-mesozóica de Portugal* (Vol. 1, pp. 439–481). Escolar Editora.

- Rodrigues, J. F., Bento dos Santos, T., Castro, P., Meireles, C., Ferreira, P., Ribeiro, A., ... Ferreira, N. (2013). Deformação não co-axial na Faixa Metamórfica Porto-Viseu: Détachement extensional ou par thrust/underthrust contraccional? In *Geodinâmica e Tectónica Global; a Importância da Cartografia Geológica Livro de Actas da 9ª Conferência Anual do GGET-SGP* (pp. 131–134).
- Rosse, D. M. (2009). *Processamento e Interpretação de Dados Aerogeofísicos da Província de Cabo Delgado em Moçambique*. Universidade de Aveiro. Retrieved from <https://ria.ua.pt/bitstream/10773/4839/1/2009001366.pdf>
- Severo Gonçalves, L. (1974). *Geologie und petrologie des gebietes von Oliveira de Azeméis und Albergaria-a Velha (Portugal)*. Freien Universität Berlin.
- Severo Gonçalves, L. (1984). *Excursão Geológica na Região de Albergaria-a-Velha-Oliveira de Azemeis*. Coimbra.
- Silva, A. F., Rebelo, J. A., & Ribeiro, M. L. (n.d.). Carta Geológica de Portugal na escala 1/50.000. Notícia Explicativa da Folha 11-C (Torre de Moncorvo). Serv. Geol. Portugal, Lisboa.
- Silva, A., Romão, J. M. C., Sequeira, A. J. D., & Oliveira, J. T. (1995). (1995) A sucessão litostratigráfica ante-ordovícica na Zona Centro-Ibérica (ZCI), em Portugal: ensaio de interpretação com base nos dados actuais. *XIII Reunião de Geologia Del Oeste Peninsular: Caraterización Y Evolución de La Cuenca Neoproterozoico-Cámbrica En La Peninsula Ibérica: Comunicaciones*, 71–72. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10400.9/2310>
- Silva, A., Romão, J., Sequeira, A., & Ribeiro, A. (1988). Geotransversal no Grupo das Beiras (Complexo Xisto-Grauváquico) entre os sinclínios de Mação e Penha Garcia (Centro-Leste de Portugal). In *X Reunião Geologia do Oeste Peninsular, Bragança-Zamora*.
- Silva, S. (2007). *Estudo geoquímico de metabasitos da ZOM e da ZCI aflorantes na região Centro-Norte de Portugal*. Universidade de Aveiro.
- Silva, A. F. da. (2005). *A litostratigrafia e estrutura do Supergrupo Dúrico-Beirão (Complexo Xisto-Grauváquico), em Portugal, e sua correlação com as correspondentes sucessões em Espanha*. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10400.9/2616>
- Simancas, J. F., Poyatos, D. M., Expósito, I., Azor, A., & Lodeiro, F. G. (2001). The structure of a major suture zone in the SW iberian massif: The ossa-morena/central iberian contact. *Tectonophysics*, 332(1–2), 295–308. [https://doi.org/10.1016/S0040-1951\(00\)00262-6](https://doi.org/10.1016/S0040-1951(00)00262-6)
- Sousa, M. B. (1982). *Litostratigrafia e estrutura do Complexo Xisto-Grauváquico até-Ordovícico – Grupo do Douro (Nordeste de Portugal)*. Univ. Coimbra.
- Teixeira, J., Gomes, A., Chaminé, H. I., Fonseca, P. E., Gama Pereira, L. C., Pinto de Jesus, A., ... Rocha, F. T. (2006). Relevos quartzíticos do domínio estrutural de Caldas de S. Jorge-Carvoeiro-Águeda (NW de Portugal): uma caracterização geomorfológica e geotectónica preliminar. *Geomorfologia Ciência E Sociedade*, 3(Associação Portuguesa de Geomorfólogos), 77–83.
- Teixeira, J., Gomes, A., Chaminé, H. I., & Rocha, F. T. (2007). Geomorfologia e morfotectónica de relevos quartzíticos: a megaestrutura de Caldas de S. Jorge - Águeda, NW de Portugal. *Xeográfica, Revista de Xeografia, Territorio E Medio Ambiente*, 7, 107–133.

Anexos

Anexo I: Localização das Amostragens Geoquímicas (WGS84 29N) e respectivos teores em ppm.

X	Y	Ponto	Ag	Al	As	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K
548217	4510537	1	0.58	25926.79	49.41	93.71	1.48	1.75	985.77	0.54	50.65	141.18	24.10	30849.67	3326.00
548289	4510812	2	0.19	35068.28	21.17	78.84	0.83	0.82	72.00	0.13	6.20	163.12	25.48	27628.25	3933.61
548358	4510848	3	0.15	32913.49	25.19	90.61	0.79	0.57	72.00	0.12	6.44	127.29	32.65	26848.71	4727.29
548444	4510885	4	1.49	18765.21	19.98	61.19	0.49	0.68	872.20	0.46	4.73	148.47	37.94	28902.95	3548.93
548582	4510936	5	0.14	33289.73	33.77	87.61	1.44	0.45	72.00	0.43	34.03	127.77	41.31	25494.43	4043.74
548632	4510968	6	0.08	30207.70	18.95	84.20	1.35	0.37	228.26	0.29	38.64	72.22	33.59	26005.32	1436.18
548251	4510679	7	0.08	36936.27	23.98	124.89	0.92	0.37	540.56	0.09	6.13	522.52	21.18	26211.57	6228.21
548393	4511433	8	0.14	25392.40	27.22	52.73	0.80	0.45	774.64	0.25	9.66	63.69	38.68	29562.35	1740.93
546881	4510181	9	0.16	25379.33	46.19	118.01	1.09	0.40	1530.44	0.50	16.70	76.18	151.41	27874.33	3622.46
547100	4510326	10	0.18	26103.67	17.76	80.80	0.87	1.32	919.95	0.24	15.34	127.55	36.01	25500.05	3494.53
547418	4510534	11	0.07	19007.39	42.51	92.61	1.13	0.37	372.58	0.05	15.41	61.97	33.74	30043.28	2215.06
547450	4510533	12	0.08	29448.57	27.16	162.76	1.57	0.28	519.87	0.14	21.17	134.90	36.98	27721.78	3714.17
547683	4510672	13	0.40	20758.82	58.81	79.70	1.21	0.49	1127.71	0.48	17.03	139.96	59.92	30187.05	3562.38
548013	4511008	14	0.21	24926.01	26.16	71.19	1.00	0.28	1639.37	0.19	15.49	159.58	39.10	27207.65	3700.87
548058	4511328	15	0.10	25542.62	28.54	45.44	0.79	0.25	169.13	0.08	8.05	61.31	32.12	36897.20	2533.12
548148	4511550	16	0.09	31527.09	42.95	61.69	0.79	0.27	445.93	0.14	11.44	127.86	32.02	32795.09	2571.88
548329	4511829	17	0.07	25904.07	19.38	104.22	1.17	0.32	1396.90	0.43	82.81	109.01	47.90	29703.13	2192.71
546734	4510670	18	0.43	34984.85	42.67	100.41	0.88	4.44	411.54	0.12	5.58	196.23	30.21	32824.24	4542.10
546703	4511027	19	0.13	27666.76	31.67	137.38	1.27	0.48	1061.86	0.16	12.36	126.08	41.12	27124.92	4662.47
546713	4511649	20	0.19	34359.00	107.39	103.94	1.00	0.37	72.00	0.11	2.33	61.79	19.48	29887.57	6149.77
546719	4511420	21	0.08	17194.77	43.24	76.87	1.23	0.25	72.00	0.11	12.96	83.99	32.12	43170.97	3701.52
547484	4510275	22	0.12	16282.07	30.65	63.70	0.91	0.26	676.99	0.19	35.04	93.50	50.98	37858.91	2967.98
547684	4510209	23	0.12	28395.07	26.35	133.53	1.23	0.27	633.33	0.10	10.81	134.35	16.37	30720.46	3955.12
547746	4510316	24	0.05	21212.62	35.78	24.53	0.54	0.26	72.00	0.02	6.60	27.63	15.62	26920.72	1209.62
549663	4510626	25	0.07	19354.00	40.71	73.97	0.79	0.31	72.00	0.05	4.25	237.28	33.99	19396.15	3288.87

Anexo I: Localização das Amostras Geoquímicas (WGS84 29N) e respectivos teores em ppm.

X	Y	Ponto	Ag	Al	As	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K
547299	4510320	26	0.09	32126.97	18.58	129.01	0.80	0.25	259.89	0.16	3.12	156.51	34.49	36862.50	5496.60
547578	4508189	27	0.08	15810.77	59.90	84.21	0.54	0.22	72.00	0.08	5.76	230.88	31.86	36372.33	4070.66
547592	4508264	28	0.07	15370.61	83.01	84.19	0.51	0.17	72.00	0.05	5.85	133.61	29.09	30653.08	3707.02
548980	4509445	30	0.18	26403.32	23.46	75.61	0.50	0.27	72.00	0.08	4.08	260.77	22.57	27378.60	3635.28
548976	4509845	31	0.08	20540.52	17.67	52.63	0.52	0.26	72.00	0.16	3.59	85.74	15.43	26897.02	2197.60
548971	4509879	32	0.11	24603.41	15.76	72.34	0.43	0.24	72.00	0.05	1.69	106.57	23.30	33193.39	3469.95
548873	4506979	33	0.11	21457.14	24.75	29.30	0.41	0.27	72.00	0.05	5.48	38.56	27.32	34491.14	1080.63
548758	4507135	34	0.15	16754.21	15.61	53.28	0.34	0.24	300.92	0.15	1.50	109.94	22.76	27174.86	2662.59
548760	4507182	35	0.10	13949.69	10.88	36.89	0.05	0.30	231.06	0.13	8.76	47.15	21.87	23966.98	1923.80
548802	4507341	36	0.08	26675.52	35.46	82.34	0.59	0.16	142.60	0.09	3.61	124.12	26.54	28414.86	3610.39
548869	4507501	37	0.07	30852.93	9.98	66.05	0.71	0.14	161.27	0.08	3.55	235.49	27.52	31608.76	2207.23
548881	4507708	38	0.41	26062.65	17.03	82.61	0.64	0.17	379.11	0.42	4.51	111.44	28.88	23913.85	3849.90
548675	4507838	39	0.40	30058.84	74.48	83.37	0.69	0.14	72.00	0.15	6.09	231.85	28.69	33723.52	3365.72
548579	4507870	40	0.06	6389.19	14.23	17.89	0.05	0.30	72.00	0.02	1.49	164.02	16.07	13367.07	1325.30
548743	4508090	41	0.12	26989.22	13.98	101.79	0.56	0.18	864.90	0.08	2.78	263.84	21.45	26105.60	4609.33
548833	4508488	42	0.14	29736.16	36.58	72.91	0.90	0.16	72.00	0.45	16.13	106.98	32.97	31761.65	2809.15
548867	4508581	43	2.11	22846.31	30.87	73.05	0.54	0.75	599.01	1.39	5.78	243.94	65.31	67339.73	3524.28
549249	4506922	44	0.13	14736.44	9.27	35.40	0.31	0.08	72.00	0.04	2.44	47.08	11.08	14485.91	2013.06
549258	4507035	45	0.10	14974.58	12.32	49.61	0.68	0.14	409.53	0.53	40.79	63.59	24.63	13458.34	1853.35
549512	4507311	46	1.44	14163.96	8.73	49.64	0.45	0.14	270.77	0.47	4.46	128.60	35.60	24416.97	3262.22
549707	4507265	47	0.87	15451.89	7.79	42.53	0.29	0.08	189.69	0.13	3.66	66.59	28.90	20824.54	2508.99
549761	4507099	48	0.10	29503.24	40.84	52.59	0.42	0.22	72.00	0.13	2.36	116.01	24.70	43772.96	1734.27
549894	4506889	49	0.20	22388.21	30.65	78.35	0.46	0.15	72.00	0.15	2.27	447.97	52.20	38108.65	3416.74
550702	4507075	50	0.08	29806.75	17.30	57.45	0.65	0.07	72.00	0.05	6.98	98.00	29.28	39820.79	2626.57
550594	4507525	51	0.84	20648.86	4.16	65.29	0.47	0.11	297.98	0.34	7.87	94.41	33.90	22831.30	3881.04
550634	4507784	52	0.10	16601.69	14.83	75.37	0.98	0.04	1092.93	2.11	41.11	35.34	29.08	20035.00	2390.93
547501	4507765	53	0.07	35608.59	25.78	69.20	1.19	0.11	72.00	0.26	18.21	67.08	46.05	32181.55	3176.97

Anexo I: Localização das Amostras Geoquímicas (WGS84 29N) e respectivos teores em ppm.

X	Y	Ponto	Ag	Al	As	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K
547488	4507611	54	0.05	22756.56	11.79	42.93	0.52	0.08	72.00	0.08	4.52	22.04	27.35	20516.57	1692.30
547520	4507414	55	0.04	15684.36	29.19	59.08	0.57	0.07	172.34	0.02	1.98	52.17	22.71	23504.56	2877.18
547716	4507563	56	0.04	26441.55	20.76	48.59	0.61	0.08	72.00	0.04	13.73	105.46	41.37	29893.50	2721.33
547838	4507580	57	0.17	39840.80	21.57	110.07	1.78	0.06	441.63	0.48	52.95	126.13	93.96	39319.80	4104.18
547993	4507479	58	0.07	25719.18	23.55	66.49	1.43	0.31	158.23	0.38	39.27	93.59	25.18	21288.68	2477.30
548006	4507348	59	0.12	27976.96	29.48	83.87	0.61	0.18	143.10	0.08	2.17	145.71	29.01	25320.36	3447.99
548133	4507202	60	0.05	20101.43	14.74	85.73	0.54	0.11	355.51	0.11	3.74	206.98	20.12	14537.12	3959.24
548159	4507000	61	0.13	37453.85	15.30	124.53	0.79	0.09	288.61	0.18	3.65	180.60	27.87	24196.17	5567.81
548406	4506866	62	0.04	20408.48	10.22	45.25	0.40	0.07	204.83	0.05	2.51	43.59	17.11	23543.02	1686.86
548457	4506847	63	0.05	19738.02	21.00	35.28	0.45	0.18	375.18	0.13	6.31	91.96	28.51	25458.47	1532.30
548476	4506698	64	0.05	7336.98	6.38	39.77	0.05	0.30	2179.98	0.05	1.72	79.97	21.60	8104.11	2003.83
548727	4506694	65	0.07	28754.75	9.04	88.59	0.62	0.09	72.00	0.17	9.78	137.72	23.88	13190.48	4555.50
548775	4506505	66	0.06	19930.51	18.60	61.37	0.40	0.26	346.28	0.11	2.49	222.57	20.84	19010.42	2871.12
548788	4506470	67	0.05	19331.88	15.89	73.40	0.51	0.15	72.00	0.06	3.69	260.92	15.71	24243.50	3031.65
548872	4506301	68	0.05	25327.10	13.33	78.29	0.56	0.07	505.89	0.05	1.75	187.13	29.29	33345.10	3873.21
548977	4506208	69	0.11	28293.23	19.04	64.83	0.63	0.16	72.00	0.06	12.69	84.60	24.35	28478.38	2950.48
549060	4510140	70	0.14	31050.09	14.67	83.82	0.64	0.10	255.96	0.33	6.48	173.66	37.64	25029.23	4199.30
548885	4509897	71	0.09	24394.77	13.29	80.77	0.59	0.17	72.00	0.09	3.29	134.82	17.37	23950.42	4048.01
548812	4509743	72	0.22	28789.34	16.15	69.82	0.60	0.52	72.00	0.18	6.34	163.47	37.45	34943.72	3740.65
548706	4509565	73	0.06	17250.31	7.53	56.10	0.46	0.09	72.00	0.23	4.14	79.60	14.05	12843.58	2614.71
548644	4509474	74	0.08	21159.44	5.60	43.15	0.05	0.30	72.00	0.10	3.52	61.54	19.05	16064.78	2750.30
548590	4509302	75	0.03	16728.63	9.73	60.25	0.37	0.10	72.00	0.20	6.84	58.15	6.70	11532.74	2075.32
548442	4509297	76	0.09	32693.84	29.71	82.10	2.50	0.11	465.24	0.84	9.99	130.63	41.76	80369.34	2060.94
548227	4509301	77	0.07	21104.18	15.13	82.80	0.62	0.10	186.75	0.66	9.70	95.48	19.42	13225.99	3097.24
550061	4508419	78	0.05	18401.11	18.21	33.37	0.05	0.29	72.00	0.02	8.44	72.19	31.70	42113.88	2159.14
550330	4508044	79	0.08	24462.29	3.49	72.28	0.05	0.29	72.00	0.11	5.74	127.67	25.28	20825.31	4386.39
549894	4507835	80	0.14	22219.25	8.20	74.98	0.05	0.29	72.00	0.10	7.73	227.81	29.53	23740.76	4694.77

Anexo I: Localização das Amostras Geoquímicas (WGS84 29N) e respectivos teores em ppm.

X	Y	Ponto	Ag	Al	As	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K
549841	4508091	81	0.09	26241.02	5.74	99.89	0.43	0.30	288.57	0.17	14.01	239.74	37.57	31463.92	6312.94
549770	4508334	82	0.05	23491.15	2.76	74.46	0.05	0.29	72.00	0.02	9.06	112.87	25.03	24081.58	4780.51
549694	4508542	83	0.06	25089.41	18.71	100.07	0.60	0.29	72.00	0.30	8.93	485.14	33.49	36679.48	5338.25
549463	4508789	84	0.09	23342.53	10.11	68.65	0.05	0.29	72.00	0.02	3.24	232.44	31.40	30077.36	4633.93
549612	4509468	85	0.07	19017.82	10.17	69.82	0.05	0.29	379.78	0.11	3.58	353.14	34.53	23405.86	3919.88
550117	4509012	86	0.09	27735.52	6.25	62.98	0.35	0.29	213.04	0.02	11.72	158.87	41.35	35415.31	5279.82
549645	4509210	87	0.13	22749.62	22.63	66.84	2.68	0.29	311.81	2.06	204.84	163.13	82.33	24107.23	3387.68
548270	4509691	88	0.08	20234.25	18.63	67.07	0.24	0.29	72.00	0.04	2.58	100.79	24.84	32713.08	4148.99
547954	4509633	89	0.10	26227.67	4.44	112.68	0.96	0.29	1377.99	0.31	24.93	173.63	51.83	49325.36	5234.35
547789	4509398	90	0.06	48448.15	4.15	133.64	1.17	0.29	547.96	0.16	45.88	191.53	61.47	67190.61	2397.03
547381	4509050	91	0.09	20323.14	6.97	95.08	0.42	0.29	781.52	0.02	10.40	145.62	32.58	20655.91	5939.69
547183	4509619	92	0.09	18125.73	4.81	89.41	2.52	0.30	964.45	0.18	75.71	105.19	38.54	12596.61	5603.49
547281	4509459	93	0.11	16313.73	24.96	66.50	0.39	0.29	256.33	0.07	7.07	112.76	26.15	19721.77	4810.46
548513	4508459	94	0.14	28560.68	41.49	107.16	0.69	0.29	244.44	0.62	28.16	197.27	45.75	31355.99	5605.76
548137	4508688	95	0.09	22814.70	29.10	115.23	0.90	0.30	2539.76	0.29	19.74	239.45	59.06	32807.72	3957.05
548391	4508733	97	0.11	25528.67	43.23	93.25	1.22	0.29	72.00	0.48	26.17	249.41	47.22	33167.54	5156.04
548327	4508797	98	0.07	14689.35	8.70	46.96	0.30	0.29	204.72	0.17	12.71	33.06	33.12	12884.69	1873.69
548087	4508152	99	0.10	25569.89	7.09	86.42	0.45	0.29	154.90	0.20	16.55	135.53	38.69	14302.06	5716.90
548464	4507567	100	0.24	21885.59	5.95	76.98	0.86	0.30	400.17	4.00	51.08	215.91	41.62	18205.13	4584.27
550301	4508213	101	0.06	23467.10	4.36	70.91	0.05	0.29	72.00	0.02	2.57	216.85	28.78	33260.01	4500.67
550014	4508839	102	0.56	22595.91	12.40	89.74	1.29	0.30	838.09	0.80	21.79	642.39	44.90	26340.28	4749.93
550620	4507512	103	0.13	6757.12	53.98	30.39	1.36	0.30	72.00	0.18	29.36	12.00	43.41	403064.47	1007.08

Anexo I: Localização das Amostras Geoquímicas (WGS84 29N) e respectivos teores em ppm.

X	Y	Ponto	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb	Sn	Th	Ti	V	W	Zn
548217	4510537	1	42.66	4934.25	497.54	2.29	157.49	60.92	276.98	37.81	0.22	0.44	5.60	0.41	32.44	1.23	131.54
548289	4510812	2	35.53	4554.20	106.25	2.06	127.53	22.19	370.77	63.78	0.14	0.28	6.00	0.20	36.92	0.77	59.84
548358	4510848	3	28.60	4797.02	182.82	1.28	128.03	21.25	385.78	81.54	0.10	0.19	6.57	0.17	30.49	0.54	56.67
548444	4510885	4	33.48	7046.98	138.21	1.74	134.14	22.67	333.03	3159.31	0.23	0.19	4.62	0.12	21.42	0.55	127.13
548582	4510936	5	64.58	9210.39	420.43	1.22	147.09	52.75	241.35	57.71	0.07	0.15	4.56	0.23	37.90	0.50	123.64
548632	4510968	6	66.28	2690.54	500.39	1.02	63.00	55.36	288.31	63.43	0.06	0.19	3.39	0.18	36.59	0.43	106.46
548251	4510679	7	51.63	2359.01	105.70	5.18	192.27	23.61	362.97	29.88	0.06	0.20	4.59	0.26	48.46	0.66	35.94
548393	4511433	8	36.22	3777.15	218.71	1.16	63.00	26.08	928.99	111.00	0.11	0.26	2.91	0.13	32.85	0.41	81.69
546881	4510181	9	57.61	3271.35	560.70	0.87	63.00	36.74	643.19	76.25	0.06	0.10	3.93	0.25	27.24	0.35	159.89
547100	4510326	10	47.59	5525.46	251.17	1.36	63.00	35.62	310.96	102.19	0.10	0.35	8.17	0.22	26.50	0.61	102.55
547418	4510534	11	63.39	1918.92	271.14	1.01	156.93	31.51	367.67	20.86	0.07	0.07	7.25	0.30	29.66	0.23	39.20
547450	4510533	12	122.56	1812.47	2109.05	1.27	430.00	43.39	337.48	24.32	0.05	0.09	9.99	0.53	37.08	0.23	51.38
547683	4510672	13	59.38	3464.58	742.39	1.83	300.57	39.10	354.17	329.51	0.12	0.10	6.90	0.21	27.20	0.22	99.60
548013	4511008	14	42.31	3624.55	281.99	1.24	221.14	21.83	380.43	223.49	0.05	0.08	6.80	0.19	25.55	0.21	90.67
548058	4511328	15	34.40	5262.62	158.26	1.01	246.73	20.34	514.69	18.14	0.03	0.08	5.11	0.12	26.32	0.21	47.60
548148	4511550	16	42.78	4280.57	178.75	1.44	63.00	29.42	500.65	20.93	0.06	0.16	4.10	0.14	35.25	0.43	43.91
548329	4511829	17	33.96	6964.97	874.52	1.17	251.60	53.31	501.41	24.99	0.08	0.08	3.81	0.24	39.26	0.26	82.01
546734	4510670	18	61.31	1475.01	79.25	6.15	288.63	25.87	314.33	42.18	0.50	0.58	10.81	0.38	43.13	3.39	97.60
546703	4511027	19	58.37	2145.72	426.81	1.64	340.36	28.09	418.85	40.05	0.08	0.09	4.51	0.28	32.62	0.69	92.96
546713	4511649	20	56.99	1947.46	49.34	1.07	230.32	13.33	291.14	23.47	0.12	0.08	5.91	0.46	43.73	0.44	23.71
546719	4511420	21	31.76	1168.73	57.01	0.95	166.92	19.15	147.68	13.05	0.05	0.03	6.13	0.20	15.38	0.26	144.08
547484	4510275	22	48.32	4355.23	675.39	1.18	209.59	49.35	476.83	30.18	0.05	0.03	7.33	0.20	26.24	0.29	83.43
547684	4510209	23	95.87	2764.46	733.65	2.74	248.39	35.80	251.23	20.63	0.05	0.08	9.18	0.40	50.29	0.22	34.69
547746	4510316	24	51.37	1440.25	62.88	0.64	63.00	12.70	272.06	12.65	0.05	0.03	11.25	0.13	20.75	0.16	20.83
549663	4510626	25	56.42	1338.29	56.13	2.71	194.39	18.31	320.27	38.27	0.11	0.08	5.38	0.38	34.18	0.36	18.59
547299	4510320	26	39.97	1172.41	87.81	1.21	63.00	18.64	553.87	31.02	0.04	0.03	7.11	0.19	40.85	0.16	41.42

Anexo I: Localização das Amostras Geoquímicas (WGS84 29N) e respectivos teores em ppm.

X	Y	Ponto	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb	Sn	Th	Ti	V	W	Zn
547578	4508189	27	45.57	973.90	95.47	1.80	105.12	16.34	299.48	13.67	0.11	0.03	7.75	0.14	25.92	0.12	28.93
547592	4508264	28	44.97	777.96	76.86	1.24	63.00	12.48	227.78	14.33	0.14	0.03	8.35	0.16	26.91	0.10	17.47
548980	4509445	30	33.00	2459.53	62.22	2.92	153.85	18.09	323.66	243.37	0.08	0.03	4.68	0.12	34.47	0.26	51.15
548976	4509845	31	38.26	2557.30	64.24	1.12	63.00	16.84	199.73	38.28	0.04	0.03	4.21	0.14	28.27	0.17	48.28
548971	4509879	32	18.30	1009.70	28.70	1.23	194.53	8.87	248.64	55.83	0.07	0.03	7.17	0.13	33.49	0.14	17.44
548873	4506979	33	54.40	2532.75	53.88	0.92	621.41	25.95	238.05	28.97	0.08	0.03	6.16	0.11	27.24	0.09	38.99
548758	4507135	34	21.98	2426.85	63.01	1.47	658.23	10.08	272.13	360.72	0.07	0.03	4.50	0.08	25.55	0.38	37.54
548760	4507182	35	23.54	2795.68	105.52	0.71	153.01	18.11	140.06	135.34	0.03	0.03	2.57	0.09	20.62	0.15	43.86
548802	4507341	36	33.61	2613.03	73.91	1.42	625.60	16.60	172.19	74.57	0.03	0.03	5.17	0.15	33.96	0.19	32.52
548869	4507501	37	34.62	2508.22	79.68	2.07	764.23	19.61	149.46	147.26	0.15	0.03	5.45	0.16	46.72	0.40	36.30
548881	4507708	38	40.34	3122.33	112.03	1.11	594.38	19.48	223.17	1215.92	0.06	0.09	3.21	0.16	26.26	0.18	111.18
548675	4507838	39	35.06	1322.14	53.82	1.72	714.26	13.18	199.39	551.18	0.08	0.03	5.28	0.14	46.59	0.25	64.14
548579	4507870	40	10.60	228.57	20.00	2.24	244.91	4.65	93.96	34.76	0.01	0.03	1.35	0.09	11.85	0.23	9.27
548743	4508090	41	26.14	1757.61	86.90	2.31	819.76	14.66	226.89	123.21	0.06	0.15	3.93	0.15	37.74	0.21	29.51
548833	4508488	42	42.89	1801.69	202.23	1.16	460.33	24.31	231.03	101.11	0.07	0.13	4.37	0.17	36.47	0.19	55.30
548867	4508581	43	47.28	4966.58	171.80	3.17	63.00	23.73	553.29	5986.31	0.70	0.13	7.30	0.11	39.05	0.39	320.89
549249	4506922	44	26.74	1303.57	37.72	0.47	63.00	12.93	128.43	22.16	0.02	0.03	1.91	0.10	14.23	0.08	25.74
549258	4507035	45	29.73	1732.04	402.78	0.99	63.00	73.30	255.46	258.62	0.11	0.23	1.99	0.11	17.99	0.25	94.82
549512	4507311	46	30.48	4324.01	116.04	1.33	63.00	16.71	218.55	4381.78	0.11	0.03	3.55	0.13	13.70	0.10	175.66
549707	4507265	47	24.37	2731.43	68.84	0.44	63.00	12.83	142.99	2717.49	0.06	0.03	2.54	0.09	11.79	0.08	66.13
549761	4507099	48	28.76	2745.61	61.98	1.46	63.00	12.36	323.71	168.78	0.10	0.03	7.34	0.10	42.76	0.21	38.71
549894	4506889	49	18.07	1024.81	38.18	3.42	63.00	13.31	229.42	585.59	0.07	0.03	5.23	0.10	40.72	0.27	27.52
550702	4507075	50	34.92	2005.81	66.37	0.83	63.00	18.18	243.66	33.25	0.01	0.03	5.26	0.13	29.33	0.07	35.17
550594	4507525	51	42.01	5128.01	182.64	0.90	63.00	18.79	203.89	2150.59	0.04	0.03	3.79	0.09	12.85	0.03	123.78
550634	4507784	52	63.89	2880.53	418.72	0.60	139.33	77.27	154.10	232.95	0.01	0.03	2.86	0.19	19.90	0.03	349.50
547501	4507765	53	41.05	5360.44	227.68	0.45	63.00	24.51	275.27	35.20	0.01	0.03	5.24	0.15	21.27	0.03	70.35
547488	4507611	54	23.56	4216.81	97.94	0.30	63.00	16.04	152.72	28.94	0.01	0.03	3.72	0.10	18.64	0.03	41.12

Anexo I: Localização das Amostras Geoquímicas (WGS84 29N) e respectivos teores em ppm.

X	Y	Ponto	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb	Sn	Th	Ti	V	W	Zn
547520	4507414	55	103.09	543.62	23.79	0.47	211.20	8.60	143.55	18.08	0.02	0.03	5.66	0.14	19.42	0.03	17.41
547716	4507563	56	25.07	1032.35	106.18	0.19	63.00	34.19	159.44	14.45	0.01	0.05	4.71	0.08	42.21	0.03	26.84
547838	4507580	57	87.57	3277.87	664.36	0.99	302.60	55.98	125.44	31.87	0.02	0.03	3.11	0.24	43.39	0.03	113.80
547993	4507479	58	55.11	3402.22	332.86	1.12	146.26	55.51	297.88	23.97	0.05	0.16	2.47	0.10	28.00	0.32	98.49
548006	4507348	59	31.25	2744.30	78.19	1.32	129.18	16.07	226.78	36.94	0.03	0.08	2.77	0.15	34.04	0.19	27.39
548133	4507202	60	32.35	1491.59	59.21	1.77	149.94	20.79	198.09	23.14	0.03	0.03	2.01	0.10	22.29	0.23	34.85
548159	4507000	61	52.89	3145.34	89.89	1.23	218.12	25.07	525.78	33.45	0.02	0.07	3.60	0.21	36.60	0.12	38.96
548406	4506866	62	38.74	4323.66	99.91	0.48	63.00	17.98	258.60	26.97	0.02	0.03	3.18	0.09	22.73	0.07	47.81
548457	4506847	63	32.55	1425.16	108.55	1.49	63.00	14.82	294.94	17.02	0.05	0.03	6.27	0.11	24.14	0.16	24.82
548476	4506698	64	9.36	1360.18	129.78	1.23	258.66	13.18	362.94	22.74	0.24	0.72	1.54	0.09	13.81	0.65	35.29
548727	4506694	65	57.28	2070.70	119.64	0.61	144.03	29.57	99.04	23.65	0.01	0.03	2.95	0.20	14.54	0.06	48.32
548775	4506505	66	24.81	2058.49	55.74	2.36	140.24	12.91	298.58	33.90	0.05	0.06	4.38	0.06	25.01	0.57	26.46
548788	4506470	67	25.58	1196.09	42.46	2.07	136.08	12.97	185.62	36.07	0.03	0.03	3.96	0.08	31.62	0.17	18.53
548872	4506301	68	14.74	581.60	32.46	0.85	63.00	11.86	285.07	17.20	0.01	0.03	7.00	0.13	33.56	0.10	17.06
548977	4506208	69	45.96	3425.78	145.14	0.91	63.00	22.04	244.84	28.65	0.01	0.03	5.21	0.19	24.93	0.06	39.99
549060	4510140	70	57.38	4616.58	184.91	1.59	142.17	32.94	240.48	124.27	0.01	0.03	4.09	0.15	23.48	0.11	91.89
548885	4509897	71	48.39	3818.07	79.98	1.08	134.28	17.37	161.72	48.78	0.01	0.03	3.75	0.15	23.42	0.05	42.95
548812	4509743	72	47.83	4981.59	99.50	1.30	63.00	28.48	328.38	193.58	0.01	0.03	7.08	0.09	30.60	0.03	71.66
548706	4509565	73	43.75	2518.76	63.11	0.75	63.00	21.72	153.67	53.43	0.01	0.03	2.24	0.07	13.66	0.11	67.00
548644	4509474	74	38.74	3565.71	65.55	0.27	63.00	16.12	95.02	38.89	0.02	0.03	1.62	0.09	12.45	0.07	46.79
548590	4509302	75	32.08	2102.50	46.72	0.45	63.00	19.20	119.81	36.40	0.01	0.10	1.87	0.09	12.40	0.07	53.25
548442	4509297	76	32.39	2437.31	140.90	9.52	386.22	48.83	1625.78	58.23	0.16	0.15	4.02	0.23	107.36	0.13	242.47
548227	4509301	77	22.70	2246.76	71.37	1.30	177.32	24.30	208.42	44.60	0.04	0.03	1.56	0.07	17.68	0.11	51.85
550061	4508419	78	51.63	8791.28	205.01	0.32	269.04	16.81	237.34	16.29	0.01	0.03	5.11	0.09	20.12	0.05	82.20
550330	4508044	79	32.16	3802.47	77.20	0.47	709.82	18.77	136.08	67.82	0.01	0.03	2.88	0.09	17.34	0.04	45.25
549894	4507835	80	33.15	1692.38	78.97	1.27	190.76	14.45	112.04	150.17	0.01	0.03	1.88	0.09	29.09	0.10	55.14
549841	4508091	81	53.47	6552.09	187.78	0.56	314.72	26.38	127.00	24.43	0.01	0.03	3.90	0.09	30.23	0.07	72.24

Anexo I: Localização das Amostras Geoquímicas (WGS84 29N) e respectivos teores em ppm.

X	Y	Ponto	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb	Sn	Th	Ti	V	W	Zn
549770	4508334	82	48.85	5289.54	160.23	0.21	637.16	22.75	77.73	21.80	0.01	0.03	3.99	0.09	13.34	0.03	61.51
549694	4508542	83	52.63	4952.78	102.19	4.08	945.77	43.88	226.70	54.54	0.01	0.03	3.80	0.09	52.77	0.32	68.99
549463	4508789	84	32.89	3067.86	63.93	0.96	627.45	12.49	154.74	43.36	0.01	0.03	3.89	0.09	28.91	0.06	31.29
549612	4509468	85	26.79	3061.89	76.46	2.93	394.66	20.16	202.51	110.69	0.06	0.11	2.14	0.09	33.54	0.37	48.97
550117	4509012	86	49.06	7706.11	192.72	0.79	63.00	32.58	300.33	29.21	0.01	0.03	5.84	0.09	30.70	0.05	63.01
549645	4509210	87	54.40	3654.51	1659.62	1.72	154.35	105.06	268.51	80.95	0.02	0.03	2.71	0.09	24.71	0.20	288.89
548270	4509691	88	39.83	2891.59	54.87	1.15	63.00	14.07	144.22	51.49	0.05	0.03	4.74	0.09	31.47	0.14	33.46
547954	4509633	89	80.84	3072.54	996.29	0.67	232.33	54.47	298.04	55.54	0.02	0.06	4.93	0.09	56.22	0.08	88.55
547789	4509398	90	93.30	11656.92	583.70	0.19	281.89	104.75	326.45	19.60	0.01	0.07	4.29	0.09	95.93	0.06	132.67
547381	4509050	91	81.39	3861.94	201.87	0.46	63.00	28.12	243.13	19.45	0.01	0.03	2.68	0.09	18.68	0.07	32.59
547183	4509619	92	101.40	3700.28	1548.32	0.07	211.53	130.03	93.18	27.72	0.01	0.03	1.77	0.09	7.87	0.03	61.67
547281	4509459	93	102.83	2607.94	82.86	1.32	63.00	17.64	197.35	19.57	0.02	0.03	4.65	0.09	24.70	0.09	26.94
548513	4508459	94	75.42	5255.35	209.52	1.74	364.14	59.31	267.15	79.65	0.01	0.03	4.61	0.09	37.50	0.14	179.78
548137	4508688	95	56.95	738.82	270.02	4.41	1139.33	30.67	364.09	26.00	0.03	0.03	4.70	0.09	49.13	0.11	54.10
548391	4508733	97	66.44	6151.37	170.46	2.27	208.50	75.60	235.62	39.64	0.03	0.03	5.00	0.09	38.91	0.21	143.83
548327	4508797	98	19.94	1841.69	61.18	0.59	548.13	20.09	96.05	29.79	0.02	0.03	1.23	0.09	11.32	0.03	45.91
548087	4508152	99	42.43	4317.59	156.31	0.37	544.99	30.51	111.75	22.67	0.02	0.03	1.63	0.09	13.31	0.05	47.14
548464	4507567	100	54.94	5564.32	503.80	0.56	333.13	66.22	113.99	416.45	0.01	0.03	1.95	0.09	15.35	0.09	479.09
550301	4508213	101	16.60	2296.64	42.19	0.78	389.05	14.12	165.06	35.90	0.01	0.03	4.98	0.09	32.81	0.03	22.79
550014	4508839	102	38.36	3456.25	163.66	4.62	306.19	76.88	311.00	106.79	0.04	0.18	3.67	0.09	31.42	0.29	121.14
550620	4507512	103	3.23	150.17	556.58	0.47	370.24	55.47	9155.83	22.99	0.01	0.09	0.88	0.09	3.43	0.07	189.97

Anexo II: Localização dos pontos criados na análise de componentes principais (WGS84 29N) e respectivos pesos “factor-loading”.

Ponto	X	Y	Componente Principal 1	Componente Principal 2	Componente Principal 3	Componente Principal 4	Componente Principal 5
1	548216.8	4510537	-5.07751	-2.8370	-1.86585	-1.4523	2.33872
2	548288.5	4510812	-1.10075	-2.4949	0.17135	-0.0745	0.57493
3	548357.7	4510848	-0.60250	-1.5115	0.57784	0.1019	0.52197
4	548444	4510885	-0.86607	-1.8233	-4.80993	2.9676	0.41427
5	548581.7	4510936	-2.87284	0.7508	0.52770	0.2753	1.08064
6	548632.3	4510968	-1.53502	0.9624	-0.05743	-1.1134	1.47254
7	548250.7	4510679	-2.62242	-2.8779	2.62909	1.1493	-2.52350
8	548393	4511433	0.08492	-0.4058	-1.37847	-1.0766	0.81962
9	546880.9	4510181	-3.79966	1.5361	-0.43345	-0.6268	0.49393
10	547100	4510326	-2.04256	-1.8243	-0.64819	-0.3669	1.98125
11	547418.5	4510534	-0.59877	-0.5207	0.71043	-1.8567	1.44446
12	547450.2	4510533	-5.45202	0.5314	3.45598	-1.9382	2.40266
13	547683	4510672	-2.53888	-0.0218	-0.60279	-0.7491	0.56518
14	548013	4511008	-0.82096	-0.1334	-0.00513	-0.1156	0.40854
15	548058	4511328	1.17962	0.0916	-0.12734	-0.6901	0.47536
16	548148	4511550	-0.08891	-0.5607	0.14506	-0.8088	0.43670
17	548329	4511829	-2.91433	2.1031	-0.12976	-0.5890	0.94145
18	546734	4510670	-7.31846	-11.0803	-2.15241	-1.8732	2.49082
19	546703	4511027	-2.56082	-0.7339	1.27905	-0.5303	0.23025
20	546713	4511649	-1.86740	-2.8797	2.27890	-1.8149	0.59569
21	546719	4511420	0.54933	-0.1611	-0.19693	-1.2864	0.47887
22	547484.5	4510275	-0.98886	1.0421	-0.31573	-1.0992	1.05033
23	547684	4510209	-3.09295	-1.0323	2.78801	-0.9238	0.90411
24	547746	4510316	2.28255	-1.0689	-0.01850	-1.7626	1.91356

Anexo II: Localização dos pontos criados na análise de componentes principais (WGS84 29N) e respectivos pesos “factor-loading”.

Ponto	X	Y	Componente Principal 1	Componente Principal 2	Componente Principal 3	Componente Principal 4	Componente Principal 5
25	549663	4510626	-0.28677	-1.9669	0.97497	-1.0113	0.06576
26	547299	4510320	-0.47019	-0.8626	2.03911	0.0912	-0.51600
27	547578	4508189	0.74185	-1.3754	0.63479	-0.8224	-0.31956
28	547592	4508264	0.85953	-1.7305	0.56147	-1.5411	0.43345
30	548980	4509445	0.78336	-1.1992	0.49286	0.4754	-1.10179
31	548976	4509845	2.11176	-0.1751	-0.09780	-0.4716	0.67715
32	548971	4509879	1.87074	-1.1632	0.62599	-0.3278	-0.15241
33	548873	4506979	1.99754	-0.1532	-0.19916	-0.9635	0.33752
34	548758	4507135	2.25084	-0.6972	-0.44261	0.0151	-0.69025
35	548760	4507182	3.21930	0.4146	-0.98735	-0.2419	0.77182
36	548802	4507341	0.90393	-0.6680	1.26324	-0.2177	-0.85459
37	548869	4507501	0.37640	-1.2987	0.90419	0.1843	-1.56895
38	548881	4507708	0.33936	-0.1057	-0.51863	1.1192	-0.60069
39	548675	4507838	-0.08112	-1.6301	0.73353	-0.2240	-2.01294
40	548579	4507870	4.45752	-0.4499	-1.19197	-0.6019	-0.13280
41	548743	4508090	0.19327	-1.2667	1.41670	0.7406	-2.10234
42	548833	4508488	0.00624	-0.2401	0.45966	-0.6677	-0.22794
43	548867	4508581	-4.14029	-3.4215	-8.89745	4.8588	-1.30702
44	549249	4506922	3.85831	0.3903	-0.71680	-0.3904	1.01673
45	549258	4507035	0.58859	1.3859	-1.99912	-0.6707	1.44388
46	549512	4507311	1.05147	-0.1683	-5.02165	3.3892	0.03551
47	549707	4507265	2.84955	0.1246	-3.09718	1.7127	0.61542
48	549761	4507099	1.35997	-1.2520	0.06518	-0.8507	-0.02625
49	549894.4	4506889	0.60685	-1.5391	0.28858	0.7048	-2.42731
50	550702	4507075	1.71598	0.0774	0.58162	-0.5152	0.27542
51	550594	4507525	1.18553	0.7305	-2.21947	2.3253	0.48066
52	550634	4507784	-1.76404	3.9986	-2.24613	0.3790	1.13366

Anexo II: Localização dos pontos criados na análise de componentes principais (WGS84 29N) e respectivos pesos “factor-loading”.

Ponto	X	Y	Componente Principal 1	Componente Principal 2	Componente Principal 3	Componente Principal 4	Componente Principal 5
53	547501	4507765	0.10817	1.0898	0.66162	-0.2244	0.84530
54	547488	4507611	2.82601	0.7566	-0.35651	-0.3169	1.12783
55	547520	4507414	1.92839	0.0986	0.98218	-0.8370	1.41203
56	547716	4507563	1.71964	0.5379	0.46404	-0.5679	0.07856
57	547838	4507580	-3.93628	2.7779	1.62096	0.0001	-0.02085
58	547993	4507479	-0.57056	1.3718	-0.34333	-0.6559	0.91688
59	548006.2	4507348	1.04775	-0.4817	0.79846	-0.0589	-0.23250
60	548133	4507202	1.70012	-0.0654	0.63986	0.4422	-0.51328
61	548159	4507000	-0.60420	-0.2004	2.28366	0.8278	-0.65799
62	548406	4506866	2.76114	0.7054	-0.29582	-0.2369	1.03729
63	548457	4506847	2.27890	-0.3925	-0.40124	-0.9556	0.70548
64	548476	4506698	1.53072	-2.4633	-3.19233	-0.8896	1.67272
65	548727	4506694	0.98050	0.6450	1.37863	0.5337	0.63384
66	548775	4506505	1.84044	-1.1156	-0.04388	0.0336	-0.41152
67	548788	4506470	2.11909	-0.6494	0.59192	0.1447	-0.90292
68	548872	4506301	1.64415	-0.6741	1.03881	-0.1849	-0.39212
69	548977.3	4506208	1.19572	0.1989	0.76017	-0.3596	0.87688
70	549060	4510140	-0.02760	0.7160	0.91138	0.8965	-0.04284
71	548885	4509897	1.45155	0.1858	1.00206	0.4645	0.29013
72	548812	4509743	0.41059	0.0248	0.48475	0.5960	0.13372
73	548706	4509565	2.79095	0.8750	-0.32746	0.1707	0.85268
74	548644	4509474	3.17607	0.6695	-0.34578	0.3898	1.12175
75	548590	4509302	3.18453	0.6448	-0.44313	-0.2062	1.11563
76	548442	4509297	-4.70386	-1.0406	-0.45847	-1.7720	-4.76675
77	548227	4509301	1.92054	0.7913	-0.19007	0.3347	-0.05336
78	550061	4508419	2.11090	0.9779	-0.40588	0.2144	1.00509
79	550330	4508044	2.18576	0.4424	0.84426	1.0801	-0.63133

Anexo II: Localização dos pontos criados na análise de componentes principais (WGS84 29N) e respectivos pesos “factor-loading”.

Ponto	X	Y	Componente Principal 1	Componente Principal 2	Componente Principal 3	Componente Principal 4	Componente Principal 5
80	549894	4507835	1.94634	0.0343	0.61745	1.1027	-0.85122
81	549841	4508091	0.00787	0.8658	1.55703	1.9272	-0.63430
82	549770	4508334	1.78707	0.7652	1.00189	1.2017	0.00837
83	549694	4508542	-1.23641	-0.4724	2.14757	1.8724	-3.98478
84	549463	4508789	1.91654	-0.2004	1.14139	1.0129	-1.34568
85	549612	4509468	1.14384	-0.9032	0.21794	1.1799	-1.85386
86	550117	4509012	0.48063	0.8022	0.91447	1.2777	0.26008
87	549645	4509210	-6.39029	7.3819	-2.35102	-0.6517	1.14544
88	548270	4509691	1.90740	-0.3922	0.45323	0.1944	0.21898
89	547954	4509633	-2.66103	1.9739	1.49335	0.5090	-0.19849
90	547789	4509398	-4.95010	3.1090	2.40719	1.2363	-0.76922
91	547381	4509050	0.59459	1.0322	1.25810	1.1750	0.69513
92	547183	4509619	-3.66171	5.4487	0.74184	-0.3048	2.31166
93	547281	4509459	1.12823	0.1922	1.05027	0.3348	0.93912
94	548513	4508459	-2.09433	1.3606	1.02051	1.1301	-0.91395
95	548137	4508688	-2.31153	-0.1165	1.49054	0.2601	-3.25321
97	548391	4508733	-2.25277	1.2929	0.82140	0.7515	-0.89177
98	548327	4508797	3.14153	0.9389	-0.75022	-0.2200	0.21609
99	548087	4508152	1.02237	1.1867	1.01720	1.4082	-0.33038
100	548464	4507567	-3.10653	5.1508	-3.39676	3.0676	-0.46627
101	550301	4508213	2.21076	-0.3770	1.02776	0.7826	-1.07452
102	550014	4508839	-2.69331	0.1060	-0.32229	2.2017	-3.19334
103	550620	4507512	1.08152	3.5857	-6.44579	-10.5362	-5.99272

Anexo III: A análise bivariada e as suas correlações entre elementos.

	Ag	Al	As	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb	Sn	Th	Ti	V	W	Zn
Ag	1.00	-0.09	0.04	-0.05	-0.02	0.21	0.12	0.25	-0.05	0.11	0.18	0.04	0.05	-0.06	0.20	-0.03	0.15	-0.11	-0.03	0.00	0.95	0.65	0.15	0.09	0.01	-0.06	0.17	0.40
Al	-0.09	1.00	0.10	0.60	0.35	0.18	-0.06	-0.02	0.07	0.22	0.23	-0.11	0.36	0.32	0.37	0.10	0.20	0.08	0.19	-0.18	-0.16	0.05	0.08	0.30	0.36	0.66	0.21	0.02
As	0.04	0.10	1.00	0.17	0.29	0.19	-0.02	-0.05	-0.01	-0.04	0.16	0.24	0.02	0.11	-0.22	0.01	0.20	-0.01	-0.05	0.22	-0.06	0.30	0.10	0.45	0.49	0.20	0.25	0.00
Ba	-0.05	0.60	0.17	1.00	0.43	0.15	0.32	0.07	0.15	0.38	0.34	-0.10	0.65	0.55	0.13	0.40	0.26	0.21	0.32	-0.13	-0.13	0.04	0.06	0.25	0.54	0.51	0.18	0.09
Be	-0.02	0.35	0.29	0.43	1.00	0.10	0.26	0.34	0.67	0.01	0.44	0.20	0.07	0.44	0.11	0.68	0.29	-0.03	0.73	0.21	-0.12	0.06	0.13	0.11	0.44	0.36	0.13	0.43
Bi	0.21	0.18	0.19	0.15	0.10	1.00	0.13	0.01	0.03	0.07	0.04	0.02	0.13	0.10	0.07	0.03	0.36	-0.01	0.06	0.01	0.03	0.60	0.64	0.37	0.38	0.11	0.93	0.11
Ca	0.12	-0.06	-0.02	0.32	0.26	0.13	1.00	0.16	0.21	0.07	0.40	-0.06	0.07	0.18	0.04	0.36	0.17	0.18	0.28	0.00	0.05	0.19	0.41	0.00	0.16	0.13	0.16	0.20
Cd	0.25	-0.02	-0.05	0.07	0.34	0.01	0.16	1.00	0.52	0.09	0.30	-0.01	0.05	0.12	0.19	0.30	0.08	0.00	0.49	0.00	0.22	0.12	0.00	-0.19	-0.04	-0.01	-0.03	0.89
Co	-0.05	0.07	-0.01	0.15	0.67	0.03	0.21	0.52	1.00	-0.04	0.43	0.06	0.00	0.28	0.25	0.71	-0.07	-0.03	0.77	0.06	-0.09	-0.08	0.02	-0.17	0.04	0.03	-0.01	0.50
Cr	0.11	0.22	-0.04	0.38	0.01	0.07	0.07	0.09	-0.04	1.00	0.10	-0.08	0.50	-0.01	0.02	-0.09	0.57	0.27	0.09	-0.13	0.04	0.08	0.04	0.04	-0.05	0.36	0.15	0.02
Cu	0.18	0.23	0.16	0.34	0.44	0.04	0.40	0.30	0.43	0.10	1.00	0.15	0.15	0.27	0.26	0.43	0.06	0.03	0.43	0.11	0.13	0.10	-0.03	0.03	0.09	0.23	-0.01	0.43
Fe	0.04	-0.11	0.24	-0.10	0.20	0.02	-0.06	-0.01	0.06	-0.08	0.15	1.00	-0.18	-0.15	-0.07	0.10	0.04	0.08	0.15	0.97	0.03	0.03	-0.01	-0.04	-0.03	0.04	-0.03	0.22
K	0.05	0.36	0.02	0.65	0.07	0.13	0.07	0.05	0.00	0.50	0.15	-0.18	1.00	0.35	0.17	0.07	0.13	0.17	0.11	-0.21	-0.02	-0.05	-0.07	0.08	0.14	0.13	0.08	0.02
Li	-0.06	0.32	0.11	0.55	0.44	0.10	0.18	0.12	0.28	-0.01	0.27	-0.15	0.35	1.00	0.26	0.55	-0.04	0.00	0.47	-0.19	-0.10	-0.05	-0.07	0.27	0.40	0.23	0.01	0.15
Mg	0.20	0.37	-0.22	0.13	0.11	0.07	0.04	0.19	0.25	0.02	0.26	-0.07	0.17	0.26	1.00	0.18	-0.16	-0.06	0.39	-0.14	0.17	-0.01	0.03	-0.04	-0.09	0.17	-0.04	0.33
Mn	-0.03	0.10	0.01	0.40	0.68	0.03	0.36	0.30	0.71	-0.09	0.43	0.10	0.07	0.55	0.18	1.00	-0.09	0.02	0.69	0.11	-0.07	-0.05	0.03	0.07	0.35	0.08	-0.02	0.33
Mo	0.15	0.20	0.20	0.26	0.29	0.36	0.17	0.08	-0.07	0.57	0.06	0.04	0.13	-0.04	-0.16	-0.09	1.00	0.23	0.03	0.04	0.06	0.43	0.32	0.20	0.25	0.59	0.46	0.14
Na	-0.11	0.08	-0.01	0.21	-0.03	-0.01	0.18	0.00	-0.03	0.27	0.03	0.08	0.17	0.00	-0.06	0.02	0.23	1.00	0.01	0.04	-0.12	-0.07	-0.07	-0.08	-0.02	0.22	0.00	-0.03
Ni	-0.03	0.19	-0.05	0.32	0.73	0.06	0.28	0.49	0.77	0.09	0.43	0.15	0.11	0.47	0.39	0.69	0.03	0.01	1.00	0.13	-0.10	-0.08	0.09	-0.17	0.06	0.21	0.00	0.55
P	0.00	-0.18	0.22	-0.13	0.21	0.01	0.00	0.00	0.06	-0.13	0.11	0.97	-0.21	-0.19	-0.14	0.11	0.04	0.04	0.13	1.00	-0.02	0.01	0.07	-0.13	-0.01	-0.05	-0.01	0.20
Pb	0.95	-0.16	-0.06	-0.13	-0.12	0.03	0.05	0.22	-0.09	0.04	0.13	0.03	-0.02	-0.10	0.17	-0.07	0.06	-0.12	-0.10	-0.02	1.00	0.57	0.01	0.02	-0.10	-0.09	0.01	0.37
Sb	0.65	0.05	0.30	0.04	0.06	0.60	0.19	0.12	-0.08	0.08	0.10	0.03	-0.05	-0.05	-0.01	-0.05	0.43	-0.07	-0.08	0.01	0.57	1.00	0.57	0.36	0.29	0.19	0.63	0.25
Sn	0.15	0.08	0.10	0.06	0.13	0.64	0.41	0.00	0.02	0.04	-0.03	-0.01	-0.07	-0.07	0.03	0.03	0.32	-0.07	0.09	0.07	0.01	0.57	1.00	0.11	0.32	0.10	0.72	0.08
Th	0.09	0.30	0.45	0.25	0.11	0.37	0.00	-0.19	-0.17	0.04	0.03	-0.04	0.08	0.27	-0.04	0.07	0.20	-0.08	-0.17	-0.13	0.02	0.36	0.11	1.00	0.49	0.31	0.34	-0.14
Ti	0.01	0.36	0.49	0.54	0.44	0.38	0.16	-0.04	0.04	-0.05	0.09	-0.03	0.14	0.40	-0.09	0.35	0.25	-0.02	0.06	-0.01	-0.10	0.29	0.32	0.49	1.00	0.28	0.44	0.01

Anexo III: A análise bivariada e as suas correlações entre elementos.

	Ag	Al	As	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb	Sn	Th	Tl	V	W	Zn
V	-0.06	0.66	0.20	0.51	0.36	0.11	0.13	-0.01	0.03	0.36	0.23	0.04	0.13	0.23	0.17	0.08	0.59	0.22	0.21	-0.05	-0.09	0.19	0.10	0.31	0.28	1.00	0.16	0.07
W	0.17	0.21	0.25	0.18	0.13	0.93	0.16	-0.03	-0.01	0.15	-0.01	-0.03	0.08	0.01	-0.04	-0.02	0.46	0.00	0.00	-0.01	0.01	0.63	0.72	0.34	0.44	0.16	1.00	0.04
Zn	0.40	0.02	0.00	0.09	0.43	0.11	0.20	0.89	0.50	0.02	0.43	0.22	0.02	0.15	0.33	0.33	0.14	-0.03	0.55	0.20	0.37	0.25	0.08	-0.14	0.01	0.07	0.04	1.00

Anexo IV: Análise Univariada dos Componentes Principais

	Min	P5	P10	P25	P50	P75	P90	P95	P99	Max	D.P.	S	Curtose
Componente Principal 1	-7.3185	-4.70	-3.11	-1.54	0.59	1.84	2.28	3.14	3.86	4.457521	2.397160	-0.82410	0.25983
Componente Principal 2	-11.0803	-2.49	-1.73	-0.86	-0.07	0.77	1.39	3.11	5.45	7.381895	2.008482	-0.82086	10.46080
Componente Principal 3	-8.8974	-3.19	-2.15	-0.41	0.46	0.98	1.49	2.28	2.79	3.455980	1.812308	-2.05002	6.81367
Componente Principal 4	-10.5362	-1.77	-1.11	-0.67	-0.07	0.74	1.28	2.20	3.39	4.858837	1.583735	-2.45367	19.50262
Componente Principal 5	-5.9927	-2.52	-1.57	-0.60	0.26	0.88	1.41	1.91	2.40	2.490824	1.420170	-1.48526	3.75267

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
1	546320.2	4505792	9:55	44833		27-04-2016	44430.6	402.4	44824.1
2	546465	4505834	10:00	44845		27-04-2016	44430.5	414.5	44836.2
3	546614.1	4505849	10:03	44934		27-04-2016	44430	504	44925.7
4	546562.1	4505838	10:06	44841		27-04-2016	44430.5	410.5	44832.2
5	546712	4505967	10:09	44945		27-04-2016	44430.4	514.6	44936.3
6	546660.1	4505931	10:13	44996		27-04-2016	44431.1	564.9	44986.6
7	546824	4506058	10:17	44835		27-04-2016	44429.2	405.8	44827.5
8	546941.7	4506162	10:19	44822		27-04-2016	44428.4	393.6	44815.3
9	546877	4506362	10:22	44895		27-04-2016	44427.7	467.3	44889.0
10	546888.4	4506351	10:24	44857		27-04-2016	44427	430	44851.7
11	546859.6	4506674	10:28	44830		27-04-2016	44426.5	403.5	44825.2
12	546955.5	4506873	10:32	44783		27-04-2016	44425.8	357.2	44778.9
13	546884	4506826	10:34	44823		27-04-2016	44425.7	397.3	44819.0
14	547020	4507134	10:39	44858		27-04-2016	44425.6	432.4	44854.1
15	547108.4	4507401	10:43	44857		27-04-2016	44425.2	431.8	44853.5
16	547230.3	4507711	10:46	43493		27-04-2016	44424.9	-931.9	43489.8
17	547222.2	4507877	10:50	44906		27-04-2016	44424.3	481.7	44903.4
18	547339	4508094	10:53	44891		27-04-2016	44424.1	466.9	44888.6
19	547284.5	4508253	10:56	44940		27-04-2016	44424.7	515.3	44937.0
20	547286.3	4508194	10:58	44904		27-04-2016	44423.9	480.1	44901.8
21	547325.3	4508483	11:03	44882		27-04-2016	44424.6	457.4	44879.1
22	547376.4	4508639	11:08	44933		27-04-2016	44423.2	509.8	44931.5
23	547291.3	4508966	11:25	44645		27-04-2016	44422.8	222.2	44643.9
24	547345.3	4509321	11:30	44854		27-04-2016	44423.4	430.6	44852.3
25	547336.2	4509641	11:36	44816		27-04-2016	44423.2	392.8	44814.5

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
26	547250.9	4509774	11:40	44809		27-04-2016	44422.8	386.2	44807.9
27	547248	4510016	11:43	44816		27-04-2016	44422.2	393.8	44815.5
28	547300.2	4510216	11:46	44818		27-04-2016	44422.2	395.8	44817.5
29	547470.7	4510401	11:54	44821		27-04-2016	44420	401	44822.7
30	547097.9	4510378	12:00	44760		27-04-2016	44419.7	340.3	44762.0
31	547135.3	4510689	12:04	44711		27-04-2016	44420	291	44712.7
32	547230.2	4511039	12:07	44642		27-04-2016	44420.5	221.5	44643.2
33	547251.1	4511078	12:09	44615		27-04-2016	44419.7	195.3	44617.0
34	547486.3	4511254	12:15	44662		27-04-2016	44418.3	243.7	44665.4
35	547652.2	4511497	12:20	44673		27-04-2016	44418	255	44676.7
36	547682.5	4511816	12:24	44722		27-04-2016	44418.4	303.6	44725.3
37	547144	4511764	12:33	44745		27-04-2016	44416.9	328.1	44749.8
38	546944.8	4511446	12:39	44715		27-04-2016	44417.5	297.5	44719.2
39	546963.8	4511326	12:50	44646		27-04-2016	44414.9	231.1	44652.8
40	546840.8	4510981	12:53	44744		27-04-2016	44413.7	330.3	44752.0
41	546857.3	4511048	12:55	44613		27-04-2016	44413.8	199.2	44620.9
42	546835.5	4510709	13:00	44735		27-04-2016	44414.1	320.9	44742.6
43	546829.8	4510489	13:03	44769		27-04-2016	44414.1	354.9	44776.6
44	546856.7	4510243	13:07	44660		27-04-2016	44415.7	244.3	44666.0
45	546878.9	4510304	13:09	44770		27-04-2016	44416.2	353.8	44775.5
46	546327.5	4507553	10:20	44805		28-04-2016	44420.9	384.1	44805.8
47	546493.6	4507780	10:30	44776		28-04-2016	44420	356	44777.7
48	546594.9	4508018	10:35	44783		28-04-2016	44419.9	363.1	44784.8
49	546749.7	4508242	10:38	44747	metal	28-04-2016	44420.3	326.7	44748.4
50	546924.9	4508138	10:43	44830	metal	28-04-2016	44420.3	409.7	44831.4
51	547110.6	4508156	10:45	44971	electricity	28-04-2016	44420.8	550.2	44971.9

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
52	547126.1	4508385	10:49	44788	metal	28-04-2016	44420.2	367.8	44789.5
53	547072.6	4508594	10:53	44724	electricity	28-04-2016	44420.2	303.8	44725.5
54	547113.5	4508807	10:56	44602	metal	28-04-2016	44420.7	181.3	44603.0
55	547071.5	4508996	10:59	44802		28-04-2016	44421	381	44802.7
56	547062.9	4509238	11:02	44905	metal	28-04-2016	44421.5	483.5	44905.2
57	547029.1	4509475	11:06	44781	electricity	28-04-2016	44421.4	359.6	44781.3
58	546958.1	4509791	11:10	44758		28-04-2016	44419.7	338.3	44760.0
59	546926.1	4509957	11:13	44627	building	28-04-2016	44419.3	207.7	44629.4
60	546794	4510154	11:45	44650		28-04-2016	44418.7	231.3	44653.0
61	546758.1	4511157	11:48	44770	electricity	28-04-2016	44419.3	350.7	44772.4
62	546727.1	4511389	11:58	44732		28-04-2016	44418.5	313.5	44735.2
63	546683.3	4511630	12:01	44781		28-04-2016	44418.7	362.3	44784.0
64	546655.3	4511833	12:05	44400		28-04-2016	44419.2	-19.2	44402.5
65	546623.3	4511553	12:10	44820		28-04-2016	44419.3	400.7	44822.4
66	546421.2	4511480	12:13	44870		28-04-2016	44419.9	450.1	44871.8
67	546438.3	4511223	12:19	44753		28-04-2016	44421.1	331.9	44753.6
68	546430.7	4511306	12:23	44820	mid(68-69)	28-04-2016	44420.7	399.3	44821.0
69	546460.2	4511088	12:27	44748		28-04-2016	44421.5	326.5	44748.2
70	546457.2	4511114	12:30	44760	mid(69-70)	28-04-2016	44421.5	338.5	44760.2
71	546519	4510786	12:38	44777		28-04-2016	44421.7	355.3	44777.0
72	546449.7	4510740	12:47	44780		28-04-2016	44422.9	357.1	44778.8
73	546414.6	4510727	12:53	44800		28-04-2016	44422	378	44799.7
74	546526.9	4510554	12:55	44584	electricity	28-04-2016	44421.7	162.3	44584.0
75	546500.8	4510450	12:59	44707	house	28-04-2016	44421.5	285.5	44707.2
76	546569	4510345	13:05	44657		28-04-2016	44422.2	234.8	44656.5
77	546424.8	4510227	13:08	44821		28-04-2016	44422	399	44820.7

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
78	546445.5	4510074	13:15	44795		28-04-2016	44423.3	371.7	44793.4
79	546392	4509842	13:20	44847		28-04-2016	44422.8	424.2	44845.9
80	546396.3	4509606	13:23	44762		28-04-2016	44423.6	338.4	44760.1
81	546406.3	4509363	13:27	44735		28-04-2016	44423.7	311.3	44733.0
82	546618.9	4509132	13:36	44731		28-04-2016	44423	308	44729.7
83	546396.1	4508740	13:38	44778		28-04-2016	44422.8	355.2	44776.9
84	546431.9	4508416	13:50	44773		28-04-2016	44424	349	44770.7
85	546509.1	4508237	13:53	44764		28-04-2016	44424.4	339.6	44761.3
86	546429.9	4508059	13:55	44775		28-04-2016	44424.2	350.8	44772.5
87	546880.8	4508217	16:03	44816		28-04-2016	44432.7	383.3	44805.0
88	546872.3	4508452	16:05	44771		28-04-2016	44433.2	337.8	44759.5
89	546830.6	4508593	16:08	44808		28-04-2016	44433.5	374.5	44796.2
90	546724.6	4508877	16:10	44793		28-04-2016	44434	359	44780.7
91	546567.6	4508996	16:15	44823		28-04-2016	44433.8	389.2	44810.9
92	546387.8	4509163	16:18	44857		28-04-2016	44433.8	423.2	44844.9
93	546370.4	4508797	16:20	44719		28-04-2016	44434	285	44706.7
94	546553.8	4508728	16:22	44783		28-04-2016	44434.5	348.5	44770.2
95	546460.8	4508748	16:25	44773	mid(94-95)	28-04-2016	44434.9	338.1	44759.8
96	546802.2	4508409	16:31	44810		28-04-2016	44435.4	374.6	44796.3
97	546879.2	4508697	16:36	44813		28-04-2016	44435.6	377.4	44799.1
98	546891.8	4508921	16:48	44818		28-04-2016	44435.8	382.2	44803.9
99	546840.5	4509020	16:52	44806		28-04-2016	44436.1	369.9	44791.6
100	546661.5	4509058	17:07	44825		28-04-2016	44436.9	388.1	44809.8
101	546713.2	4509117	17:12	44777		28-04-2016	44437.5	339.5	44761.2
102	546586.3	4509381	17:14	44763		28-04-2016	44437.6	325.4	44747.1
103	546526	4510019	17:19	44475	electricity	28-04-2016	44437.6	37.4	44459.1

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
104	546612.2	4510197	17:22	44545	house	28-04-2016	44437.7	107.3	44529.0
105	546639.9	4510482	17:24	44670	house	28-04-2016	44437.9	232.1	44653.8
107	546659.2	4511211	17:32	44795	metal road	28-04-2016	44438.6	356.4	44778.1
108	546628.8	4511572	17:34	44631	house	28-04-2016	44439.3	191.7	44613.4
109	547124.9	4510332	9:43	44550	elec	03-05-2016	44413.2	136.8	44558.5
110	547282	4510412	9:48	44673	elec road	03-05-2016	44412.6	260.4	44682.1
111	547428.9	4510547	9:57	44630		03-05-2016	44412.4	217.6	44639.3
112	547657.5	4510668	10:02	44387		03-05-2016	44411	-24	44397.7
113	547583.2	4510631	10:05	44751	mid112-113	03-05-2016	44411.1	339.9	44761.6
114	547798.6	4510614	10:10	44340	met. Road	03-05-2016	44413.4	-73.4	44348.3
115	547921.9	4510698	10:13	44470		03-05-2016	44412.1	57.9	44479.6
116	547939	4510883	10:16	44459		03-05-2016	44411.3	47.7	44469.4
117	548035.1	4511035	10:20	44543		03-05-2016	44411	132	44553.7
118	548017.3	4510957	10:22	44558	mid117-118	03-05-2016	44411	147	44568.7
119	548081.6	4511237	10:25	44563		03-05-2016	44411	152	44573.7
120	548171.7	4511443	10:29	44487		03-05-2016	44410.7	76.3	44498.0
121	548261.2	4511523	10:32	44474		03-05-2016	44410.8	63.2	44484.9
122	548346.1	4511664	10:35	44649		03-05-2016	44411.1	237.9	44659.6
123	548364.8	4511611	10:38	44624	mid122-123	03-05-2016	44411.7	212.3	44634.0
124	548397.4	4511789	10:42	44613		03-05-2016	44410.1	202.9	44624.6
125	548777.2	4511797	10:51	44625		03-05-2016	44410.2	214.8	44636.5
126	548632.1	4511609	10:55	44609		03-05-2016	44410.2	198.8	44620.5
127	548406.7	4511435	11:00	44763	electricity	03-05-2016	44411.7	351.3	44773.0
128	548448.7	4511476	11:01	44676	mid127-128	03-05-2016	44410.6	265.4	44687.1
129	548346.5	4511170	11:05	44615		03-05-2016	44409.2	205.8	44627.5
130	548570.1	4511189	11:07	44780		03-05-2016	44409.4	370.6	44792.3

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
131	548528	4511181	11:09	44643	mid130-131	03-05-2016	44410	233	44654.7
132	548740.3	4511197	11:12	44875		03-05-2016	44410.1	464.9	44886.6
133	548703.8	4511191	11:13	44818	mid132-133	03-05-2016	44408.8	409.2	44830.9
134	548984.9	4511236	11:16	45185		03-05-2016	44408.6	776.4	45198.1
135	549206.6	4511331	11:22	44988		03-05-2016	44409.4	578.6	45000.3
136	549121.1	4511283	11:24	45005	mid135-136	03-05-2016	44409.1	595.9	45017.6
137	549438.6	4511348	11:26	44768		03-05-2016	44409.2	358.8	44780.5
138	549375.1	4511377	11:28	44839	mid137-138	03-05-2016	44409.3	429.7	44851.4
139	549459.9	4511537	11:34	44987		03-05-2016	44409.2	577.8	44999.5
140	549474.5	4511452	11:36	44860	mid139-140	03-05-2016	44410.1	449.9	44871.6
141	549510.2	4511798	11:43	45433		03-05-2016	44409.9	1023.1	45444.8
142	549490.9	4511733	11:45	45175	mid144-145	03-05-2016	44410	765	45186.7
143	549614.6	4511133	11:50	44906		03-05-2016	44409.9	496.1	44917.8
144	549684.9	4510929	11:54	44980		03-05-2016	44409.3	570.7	44992.4
145	549664.6	4511007	11:55	44894	mid 143-144	03-05-2016	44409.3	484.7	44906.4
146	549717.3	4510715	12:00	45060		03-05-2016	44408.7	651.3	45073.0
147	549746.4	4510778	12:03	45022	mid 146-147	03-05-2016	44409.6	612.4	45034.1
148	549876.6	4510873	12:08	44945	road	03-05-2016	44409.4	535.6	44957.3
149	549965.5	4511046	12:13	45029	road	03-05-2016	44410.2	618.8	45040.5
150	549950.3	4511005	12:15	44999	mid 149-150	03-05-2016	44409.2	589.8	45011.5
151	550046.7	4511106	12:20	45050	100meters	03-05-2016	44408.5	641.5	45063.2
152	550142.1	4511140	12:22	44725	road electricity 100 m	03-05-2016	44409.2	315.8	44737.5
153	550214.8	4511211	12:24	45400		03-05-2016	44409.4	990.6	45412.3
154	550217	4511299	12:25	44896		03-05-2016	44409.4	486.6	44908.3
155	550299.3	4511409	12:27	44525		03-05-2016	44409.4	115.6	44537.3
156	550235.4	4511498	12:30	45106		03-05-2016	44408.9	697.1	45118.8

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
157	550357.5	4511546	12:33	45068		03-05-2016	44409.1	658.9	45080.6
158	550442.3	4511688	12:35	45064		03-05-2016	44410.1	653.9	45075.6
159	550527.8	4511736	12:40	44720		03-05-2016	44410.3	309.7	44731.4
160	550702.1	4511560	12:43	44800		03-05-2016	44409	391	44812.7
161	551241.1	4511750	14:28	44465		03-05-2016	44429.3	35.7	44457.4
162	550986.9	4511678	14:35	44640		03-05-2016	44428.8	211.2	44632.9
163	551074.1	4511681	14:37	44639		03-05-2016	44430.3	208.7	44630.4
164	550793.3	4511596	14:43	44635		03-05-2016	44432.3	202.7	44624.4
165	550628.9	4511778	14:45	44734		03-05-2016	44432.2	301.8	44723.5
166	550239.2	4511764	14:49	45216		03-05-2016	44432.3	783.7	45205.4
167	550071	4511676	14:52	45088		03-05-2016	44432.3	655.7	45077.4
168	550151	4511700	14:53	45030		03-05-2016	44432.3	597.7	45019.4
169	549893.6	4511686	14:55	45103		03-05-2016	44432.8	670.2	45091.9
170	549878.3	4511454	14:57	44770		03-05-2016	44432.5	337.5	44759.2
171	549851.1	4511528	15:00	44769		03-05-2016	44432.3	336.7	44758.4
172	549867.3	4511212	15:04	44980		03-05-2016	44433.2	546.8	44968.5
173	549897.9	4511264	15:05	44457		03-05-2016	44432.6	24.4	44446.1
174	549811.2	4510969	15:10	44986		03-05-2016	44432.9	553.1	44974.8
175	549692.6	4510617	15:12	45032		03-05-2016	44434.9	597.1	45018.8
176	549585.8	4510803	15:14	45100		03-05-2016	44434.9	665.1	45086.8
177	549383.3	4510783	15:19	44828		03-05-2016	44432.7	395.3	44817.0
178	549469.2	4510769	15:20	44958		03-05-2016	44432.9	525.1	44946.8
179	549130.6	4510691	15:24	44828		03-05-2016	44433.8	394.2	44815.9
180	548915.8	4510625	15:26	44820		03-05-2016	44434.2	385.8	44807.5
181	548683.8	4510597	15:28	44857		03-05-2016	44434	423	44844.7
182	548556.9	4510422	15:30	44780		03-05-2016	44433.3	346.7	44768.4

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
183	548414.4	4510264	15:33	44910		03-05-2016	44433.4	476.6	44898.3
184	548477.6	4510278	15:35	44815		03-05-2016	44433	382	44803.7
185	548277.6	4510088	15:36	44934		03-05-2016	44433	501	44922.7
186	548113.3	4510037	15:41	44897		03-05-2016	44433.2	463.8	44885.5
187	547922.9	4510108	15:43	44800		03-05-2016	44433.3	366.7	44788.4
188	547997.3	4510136	15:46	45078		03-05-2016	44433.3	644.7	45066.4
189	548086.6	4510255	15:48	44930		03-05-2016	44433.6	496.4	44918.1
190	548111	4510388	15:49	45076		03-05-2016	44432.5	643.5	45065.2
191	548201.1	4510603	15:51	44890		03-05-2016	44432.6	457.4	44879.1
192	548325.4	4510741	15:55	44870		03-05-2016	44433.5	436.5	44858.2
193	548440.5	4510795	15:59	45066		03-05-2016	44435.4	630.6	45052.3
194	548484.2	4510781	16:03	45555		03-05-2016	44432.1	1122.9	45544.6
195	548666.4	4510893	16:10	45510		03-05-2016	44432.5	1077.5	45499.2
196	548352.6	4510667	16:24	45286		03-05-2016	44433.5	852.5	45274.2
197	548282.6	4510619	16:26	45125		03-05-2016	44433.5	691.5	45113.2
198	548228.5	4510498	16:29	43527		03-05-2016	44434.3	-907.3	43514.4
199	548073.6	4510083	16:35	44979		03-05-2016	44434.4	544.6	44966.3
200	548200.9	4510193	16:38	44985		03-05-2016	44434.4	550.6	44972.3
201	548297.6	4510260	16:40	45130		03-05-2016	44434.3	695.7	45117.4
202	548406.3	4510431	16:42	45325		03-05-2016	44433.9	891.1	45312.8
203	548474.2	4510587	16:44	45800		03-05-2016	44433.2	1366.8	45788.5
204	548578.6	4510752	16:46	45515		03-05-2016	44432.8	1082.2	45503.9
205	548748.3	4510846	16:48	45189		03-05-2016	44433.1	755.9	45177.6
206	548907.9	4510967	16:50	44962		03-05-2016	44433.6	528.4	44950.1
207	548927.5	4510986	16:52	44997		03-05-2016	44434.3	562.7	44984.4
208	549201.3	4511074	16:55	44992		03-05-2016	44435.8	556.2	44977.9

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
209	549093.4	4511218	16:57	45134		03-05-2016	44435	699	45120.7
210	548289.6	4510186	17:03	44998		03-05-2016	44435.8	562.2	44983.9
211	548381	4510209	17:09	45025		03-05-2016	44436.5	588.5	45010.2
212	548594.8	4510221	17:11	44574		03-05-2016	44437.1	136.9	44558.6
213	548723.2	4510379	17:14	44592		03-05-2016	44437.4	154.6	44576.3
214	548703.2	4510205	17:17	44552		03-05-2016	44437.6	114.4	44536.1
215	548590	4510097	17:20	44824		03-05-2016	44437.6	386.4	44808.1
216	548467.9	4510035	17:22	45024		03-05-2016	44437.6	586.4	45008.1
217	548385.9	4509889	17:24	45479		03-05-2016	44437.6	1041.4	45463.1
218	549889.6	4505593	10:20	44822		04-05-2016	44412.1	409.9	44831.6
219	550019	4505818	10:22	45051		04-05-2016	44412.1	638.9	45060.6
220	549926	4505830	10:25	44773	mid219-220	04-05-2016	44412.2	360.8	44782.5
221	550140.1	4505819	10:28	44872	100	04-05-2016	44412.2	459.8	44881.5
222	550191.4	4505941	10:31	44903	100	04-05-2016	44411.4	491.6	44913.3
223	550143.8	4506109	10:33	44822	100	04-05-2016	44411.5	410.5	44832.2
224	550270.1	4505956	10:35	45011	100	04-05-2016	44411.2	599.8	45021.5
225	550380.8	4506039	10:37	44826	100	04-05-2016	44410.4	415.6	44837.3
226	550507.1	4506106	10:38	44757	100	04-05-2016	44411.3	345.7	44767.4
227	550586.1	4506281	10:41	44965	200	04-05-2016	44410.8	554.2	44975.9
228	550538.7	4506214	10:44	44807	mid227-228	04-05-2016	44410	397	44818.7
229	550672.1	4506276	10:47	45003	100	04-05-2016	44410	593	45014.7
230	550749.5	4506280	10:49	45155	100	04-05-2016	44409.6	745.4	45167.1
231	550852.5	4506247	10:51	45003	100	04-05-2016	44409.9	593.1	45014.8
232	550954	4506228	10:53	45114	100	04-05-2016	44409.7	704.3	45126.0
233	551068.8	4506315	10:55	44900	100	04-05-2016	44409.8	490.2	44911.9
234	551115.8	4506443	10:56	44881	100	04-05-2016	44410.3	470.7	44892.4

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
235	551205.3	4506544	10:57	44839	100	04-05-2016	44409.3	429.7	44851.4
236	551203.1	4506659	10:59	45034	100	04-05-2016	44409.6	624.4	45046.1
237	551181.1	4506777	11:00	45243	100	04-05-2016	44409.6	833.4	45255.1
238	551089.1	4506846	11:02	45123	100	04-05-2016	44408.5	714.5	45136.2
239	551081.2	4506978	11:03	44962	100	04-05-2016	44408.4	553.6	44975.3
240	551108.4	4507111	11:06	45052	100	04-05-2016	44407.8	644.2	45065.9
241	551003	4507086	11:07	45603	100	04-05-2016	44407.8	1195.2	45616.9
242	550913.9	4507139	11:09	45182	100	04-05-2016	44408.1	773.9	45195.6
243	550881	4507219	11:11	45108	100	04-05-2016	44408.4	699.6	45121.3
244	550964.9	4507299	11:12	44843	100	04-05-2016	44408.4	434.6	44856.3
245	550984	4507395	11:13	44783	100	04-05-2016	44408.4	374.6	44796.3
246	550892.2	4507432	11:19	44814	100	04-05-2016	44409.9	404.1	44825.8
247	550897	4507552	11:22	44658	100	04-05-2016	44409.7	248.3	44670.0
248	550893.4	4507678	11:23	44648	100	04-05-2016	44409.6	238.4	44660.1
249	550874.4	4507774	11:25	44680	100	04-05-2016	44410.5	269.5	44691.2
250	550767.2	4507804	11:26	44661	100	04-05-2016	44411	250	44671.7
251	550722.9	4507902	11:28	44633	100	04-05-2016	44410.5	222.5	44644.2
252	550693.5	4508085	11:30	44705	200	04-05-2016	44409.7	295.3	44717.0
253	550575.9	4508199	11:32	44663	200	04-05-2016	44410.2	252.8	44674.5
254	550551.1	4508317	11:34	44717	200	04-05-2016	44410.4	306.6	44728.3
255	550410.6	4508292	11:35	44788	200	04-05-2016	44410.8	377.2	44798.9
256	550298.1	4508484	11:39	44824	200	04-05-2016	44411.5	412.5	44834.2
257	550335.2	4508614	11:42	44771	200	04-05-2016	44412.5	358.5	44780.2
258	550367.7	4508590	11:44	44719	200	04-05-2016	44412.5	306.5	44728.2
259	550490.9	4508691	11:47	44761	200	04-05-2016	44413.8	347.2	44768.9
260	550413.7	4508870	11:49	44874	mid259-260	04-05-2016	44414.2	459.8	44881.5

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
261	550433.7	4508825	11:51	44725	200	04-05-2016	44413.8	311.2	44732.9
262	550523.5	4509070	11:57	44805	200	04-05-2016	44414.1	390.9	44812.6
263	550529.1	4509274	12:01	44835	200	04-05-2016	44414.5	420.5	44842.2
264	550690.9	4509292	12:13	45060	200	04-05-2016	44416.8	643.2	45064.9
265	550759.2	4509383	12:15	44810	200	04-05-2016	44416.8	393.2	44814.9
266	550651.3	4509526	12:17	44875	200	04-05-2016	44416.9	458.1	44879.8
267	550548.7	4509714	12:19	45367	200	04-05-2016	44417.5	949.5	45371.2
268	550592.7	4509653	12:21	45013	mid267-268	04-05-2016	44417	596	45017.7
269	550544.2	4509955	12:25	45327		04-05-2016	44418.2	908.8	45330.5
271	550707.7	4510122	12:37	44912	village	04-05-2016	44420.3	491.7	44913.4
272	550728	4510248	12:42	44850	village	04-05-2016	44421.3	428.7	44850.4
273	550791.2	4510467	12:45	45180	village	04-05-2016	44421.7	758.3	45180.0
274	550887.1	4510642	12:54	44467	village	04-05-2016	44422.3	44.7	44466.4
275	551050.8	4510772	12:57	44740	road	04-05-2016	44423.7	316.3	44738.0
276	551122.5	4510993	12:59	44742	200	04-05-2016	44423.7	318.3	44740.0
277	551336.5	4510965	13:01	44934		04-05-2016	44424.9	509.1	44930.8
278	551296.6	4511039	13:04	44718	mid277-278	04-05-2016	44425.3	292.7	44714.4
279	551514.3	4510894	13:06	44830	village	04-05-2016	44426.4	403.6	44825.3
280	551703.9	4510749	13:08	44318	electricity	04-05-2016	44426.7	-108.7	44313.0
281	551804	4510526	13:10	44612	electricity	04-05-2016	44426.7	185.3	44607.0
282	551893.2	4510436	13:12	44416	village	04-05-2016	44427.6	-11.6	44410.1
283	552090.9	4510348	13:14	44693		04-05-2016	44428.1	264.9	44686.6
284	552289.4	4510328	13:17	45325	city factory	04-05-2016	44428.4	896.6	45318.3
285	552190.5	4510190	13:20	44360	city factory	04-05-2016	44428.9	-68.9	44352.8
286	552253.5	4510031	13:24	44473	city factory	04-05-2016	44429.2	43.8	44465.5
287	552359.3	4509801	13:30	44603	city factory	04-05-2016	44430.1	172.9	44594.6

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
288	552510.2	4509957	13:33	43435	city	04-05-2016	44430.9	-995.9	43425.8
289	552537.1	4510133	13:35	43407	city	04-05-2016	44429.2	-1022.2	43399.5
290	552531.7	4510289	14:46	43019	city	04-05-2016	44426	-1407	43014.7
291	552576	4510592	14:49	44708	city	04-05-2016	44425.6	282.4	44704.1
293	552496.1	4511152	14:53	44341	city	04-05-2016	44425.5	-84.5	44337.2
294	552509.7	4511421	14:55	44654	city	04-05-2016	44425.6	228.4	44650.1
295	552509.4	4511648	14:58	43686	city	04-05-2016	44425.7	-739.7	43682.0
296	552363.8	4511553	15:02	44786	city	04-05-2016	44425.7	360.3	44782.0
297	552372.2	4511753	15:10	44738		04-05-2016	44426.9	311.1	44732.8
298	552231.7	4511922	15:14	44731		04-05-2016	44426	305	44726.7
299	552043.9	4512019	15:18	44640		04-05-2016	44426.1	213.9	44635.6
301	551817.2	4511647	15:25	44757		04-05-2016	44427.4	329.6	44751.3
302	551958.2	4511411	15:27	44720		04-05-2016	44427.6	292.4	44714.1
303	551873.6	4511226	15:30	44773	electricity	04-05-2016	44427.9	345.1	44766.8
304	551921.7	4511000	15:32	44638	metal road	04-05-2016	44427.7	210.3	44632.0
305	551978.2	4510768	15:35	44727	metal road	04-05-2016	44427.8	299.2	44720.9
306	552116.8	4510661	15:37	44464	village	04-05-2016	44428.2	35.8	44457.5
307	552388	4510721	15:39	44359	city electricity	04-05-2016	44428.2	-69.2	44352.5
308	551717.9	4510362	15:45	44696		04-05-2016	44427.8	268.2	44689.9
309	551535	4510354	15:47	44752	wall	04-05-2016	44428.8	323.2	44744.9
310	551377.5	4510342	15:49	44757		04-05-2016	44429.2	327.8	44749.5
311	551348.7	4510221	15:52	44766		04-05-2016	44430.1	335.9	44757.6
312	551255.5	4510067	15:54	44771		04-05-2016	44431	340	44761.7
313	551081.6	4509977	15:56	44800		04-05-2016	44431.7	368.3	44790.0
315	550869.3	4509748	16:01	44933	electricity	04-05-2016	44430.5	502.5	44924.2
316	550707.6	4509725	16:03	45028		04-05-2016	44430.1	597.9	45019.6

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
317	550405.2	4510109	16:10	44846	electricity	04-05-2016	44430.3	415.7	44837.4
318	550326.7	4510273	16:15	45286		04-05-2016	44432.2	853.8	45275.5
319	550229.8	4510452	16:18	45226		04-05-2016	44433.1	792.9	45214.6
320	550093.7	4510612	16:20	45040	electricity	04-05-2016	44433.4	606.6	45028.3
321	550002.8	4510734	16:22	45012	electricity	04-05-2016	44433.7	578.3	45000.0
322	550298.9	4511061	16:26	45003	electricity	04-05-2016	44433.4	569.6	44991.3
323	550412.2	4510944	16:28	44988		04-05-2016	44433.4	554.6	44976.3
324	550723.2	4510744	16:31	44941		04-05-2016	44433.6	507.4	44929.1
325	550777.3	4510643	16:33	44521	village	04-05-2016	44434	87	44508.7
326	547939.3	4505601	11:45	44946	village, electricity	05-05-2016	44409	537	44958.7
327	548113.3	4505692	11:48	45115	village, electricity	05-05-2016	44409.9	705.1	45126.8
328	548303.3	4505710	11:51	45328	village, electricity	05-05-2016	44409.5	918.5	45340.2
329	548515.5	4505775	11:54	44805	village, electricity	05-05-2016	44410.2	394.8	44816.5
330	548652.5	4505922	11:56	44080	village, electricity	05-05-2016	44410.5	-330.5	44091.2
331	548842.2	4505988	11:57	44557	village, electricity	05-05-2016	44410.5	146.5	44568.2
332	549006.5	4506053	11:59	44173	village, electricity	05-05-2016	44410.4	-237.4	44184.3
333	549061.6	4506243	12:01	44171	village, electricity	05-05-2016	44411.2	-240.2	44181.5
334	549064.3	4506468	12:03	44638	village, electricity	05-05-2016	44411.5	226.5	44648.2
335	549194.1	4506639	12:06	44591		05-05-2016	44412.5	178.5	44600.2
336	549281.7	4506801	12:08	44625		05-05-2016	44412.8	212.2	44633.9
337	549249.4	4507004	12:13	44557		05-05-2016	44414.3	142.7	44564.4
338	549445.1	4507004	12:15	44627		05-05-2016	44414.8	212.2	44633.9
339	549500.5	4507137	12:17	44844	145meters	05-05-2016	44415.2	428.8	44850.5
340	549525.1	4507247	12:19	44820	100 meters	05-05-2016	44415.8	404.2	44825.9
351	550303.9	4507006	12:52	45050		05-05-2016	44420.7	629.3	45051.0
352	552297.3	4510809	14:47	43654	village, electricity	05-05-2016	44422	-768	43653.7

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
353	552145.6	4510963	14:51	44726	village, electricity	05-05-2016	44422.3	303.7	44725.4
354	552131.5	4511170	14:53	44333	village, electricity	05-05-2016	44422.5	-89.5	44332.2
355	552154.1	4511365	14:56	44755	village, electricity	05-05-2016	44423	332	44753.7
356	552048.6	4511560	14:59	44735	village, electricity	05-05-2016	44423.2	311.8	44733.5
358	551534.7	4511814	15:06	44732	village, electricity	05-05-2016	44425.5	306.5	44728.2
359	551412.2	4511618	15:09	44740	village, electricity	05-05-2016	44424.7	315.3	44737.0
360	551212.4	4511626	15:33	44635		05-05-2016	44426.8	208.2	44629.9
361	551052.8	4511505	15:36	44720		05-05-2016	44427.2	292.8	44714.5
362	550863.2	4511454	15:39	44711		05-05-2016	44426.7	284.3	44706.0
363	550722.2	4511292	15:42	44777		05-05-2016	44426.5	350.5	44772.2
364	550644.7	4511112	15:46	44896	house electricity	05-05-2016	44427	469	44890.7
365	550698.3	4510888	15:48	44955		05-05-2016	44427.5	527.5	44949.2
366	550615.6	4510836	15:51	44955		05-05-2016	44427.1	527.9	44949.6
367	550931	4510190	16:05	44840		05-05-2016	44428	412	44833.7
368	551157.8	4510353	16:09	43740		05-05-2016	44428.5	-688.5	43733.2
379	551850.2	4505716	10:27	44683		17-05-2016	44420.8	262.2	44683.9
380	552567.6	4506418	10:30	44680		17-05-2016	44418.9	261.1	44682.8
381	552470.5	4506418	10:32	44679		17-05-2016	44419.3	259.7	44681.4
382	552281.4	4506670	10:36	44678		17-05-2016	44418.8	259.2	44680.9
383	552138.8	4506530	10:39	44704		17-05-2016	44419	285	44706.7
384	552107.7	4506352	10:41	44755		17-05-2016	44418.9	336.1	44757.8
385	552024.5	4506168	10:43	44750		17-05-2016	44418.8	331.2	44752.9
386	551848.1	4506019	10:49	44840		17-05-2016	44418.6	421.4	44843.1
387	551701.3	4505866	10:51	45031		17-05-2016	44419.8	611.2	45032.9
388	551749.9	4505972	10:54	44931	mid86-87	17-05-2016	44419.1	511.9	44933.6
389	551615.9	4505799	10:57	45143	100 meters	17-05-2016	44421.2	721.8	45143.5

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
390	551508.1	4505717	10:59	45103	100 meters	17-05-2016	44421.3	681.7	45103.4
391	551394.3	4505679	11:02	45074	100 meters	17-05-2016	44419.6	654.4	45076.1
392	551698.4	4505681	11:10	45109	100 meters	17-05-2016	44419.6	689.4	45111.1
393	551812.3	4505706	11:12	44967	100 meters	17-05-2016	44419.4	547.6	44969.3
394	551981.2	4505709	11:13	44745	100 meters	17-05-2016	44419.3	325.7	44747.4
395	552007	4505848	11:15	44742	100 meters	17-05-2016	44419.5	322.5	44744.2
396	551949.4	4506035	11:17	44744		17-05-2016	44420.7	323.3	44745.0
397	552000	4506244	11:19	44772		17-05-2016	44420.1	351.9	44773.6
398	552004.1	4506466	11:21	44756		17-05-2016	44421	335	44756.7
399	552018.1	4506679	11:23	44704		17-05-2016	44420.2	283.8	44705.5
400	552133.8	4506841	11:26	44716		17-05-2016	44420.2	295.8	44717.5
401	552163.7	4506996	11:27	44707		17-05-2016	44420.2	286.8	44708.5
402	551969.3	4507006	11:30	44710		17-05-2016	44421.2	288.8	44710.5
403	551839.2	4506889	11:33	44730		17-05-2016	44421.1	308.9	44730.6
404	551616.8	4506880	11:38	44803		17-05-2016	44421	382	44803.7
405	551569.9	4506741	11:49	44796		17-05-2016	44421.8	374.2	44795.9
406	551478.9	4506670	11:52	44884		17-05-2016	44419.8	464.2	44885.9
407	551870.8	4507000	12:02	44692		17-05-2016	44419.8	272.2	44693.9
408	552016.2	4507345	12:07	44760		17-05-2016	44419.9	340.1	44761.8
409	552002.4	4507506	12:12	44663		17-05-2016	44419	244	44665.7
410	551775.9	4507486	12:14	44658		17-05-2016	44418.7	239.3	44661.0
411	551623.4	4507355	12:18	44655		17-05-2016	44418.5	236.5	44658.2
412	551494.6	4507451	12:22	44785		17-05-2016	44419	366	44787.7
413	551499.7	4507534	12:33	44768		17-05-2016	44417.3	350.7	44772.4
414	552201	4507703	12:36	44540	village	17-05-2016	44417.4	122.6	44544.3
415	552308.1	4507482	12:40	44595	village	17-05-2016	44418	177	44598.7

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
416	552397.3	4507609	12:44	44656	village	17-05-2016	44416.7	239.3	44661.0
417	552502.5	4507467	12:46	44637		17-05-2016	44415.8	221.2	44642.9
418	552437.7	4507263	12:49	44491	road electricity/village	17-05-2016	44415.7	75.3	44497.0
419	552557.4	4507062	12:50	44650	road electricity/village	17-05-2016	44415.6	234.4	44656.1
420	552289.3	4507756	12:55	44163	road electricity/village	17-05-2016	44415.4	-252.4	44169.3
421	552410.4	4507947	12:58	44599	road electricity/village	17-05-2016	44416.2	182.8	44604.5
422	552452.5	4508158	13:00	44471	road electricity/village	17-05-2016	44415.5	55.5	44477.2
423	552431.3	4508367	13:02	44609	road electricity/village	17-05-2016	44414.6	194.4	44616.1
424	552400.6	4508537	13:04	44045	road electricity/village	17-05-2016	44415.7	-370.7	44051.0
425	552324.7	4508713	13:06	44763	road electricity/village	17-05-2016	44415.1	347.9	44769.6
426	552652.7	4509509	14:18	44448	road electricity/village	17-05-2016	44422.3	25.7	44447.4
427	552589.2	4509327	14:22	44615	road electricity/village	17-05-2016	44422.7	192.3	44614.0
428	552565.2	4509145	14:27	44488	road electricity/village	17-05-2016	44424.9	63.1	44484.8
429	552493.1	4508984	14:29	43193	road electricity/village	17-05-2016	44424.4	-1231.4	43190.3
430	552422.5	4508826	14:32	43653	road electricity/village	17-05-2016	44424.3	-771.3	43650.4
431	552343.5	4508644	14:34	43779	road electricity/village	17-05-2016	44422.6	-643.6	43778.1
432	552354	4506964	14:46	44722		17-05-2016	44421.6	300.4	44722.1
433	552260.4	4506853	14:49	44710		17-05-2016	44418.6	291.4	44713.1
434	552103.4	4506761	14:51	44641		17-05-2016	44418.5	222.5	44644.2
435	552102	4506767	14:55	44719		17-05-2016	44418.9	300.1	44721.8
436	551960.3	4507890	15:04	44343	village	17-05-2016	44421.1	-78.1	44343.6
437	551813.2	4507793	15:09	44739		17-05-2016	44423.7	315.3	44737.0
438	551774.6	4507880	15:13	44646		17-05-2016	44425	221	44642.7
439	551678.3	4507765	15:16	44709		17-05-2016	44427.1	281.9	44703.6
440	551596	4507644	15:21	44704		17-05-2016	44428.1	275.9	44697.6
441	551846.9	4508012	15:27	44708		17-05-2016	44429.4	278.6	44700.3

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
442	551791.3	4508113	15:29	44692		17-05-2016	44429.9	262.1	44683.8
443	551645.3	4508046	15:32	44706		17-05-2016	44431.3	274.7	44696.4
444	551541	4507873	15:34	44706		17-05-2016	44431.2	274.8	44696.5
445	551439	4507765	15:37	44803		17-05-2016	44431.3	371.7	44793.4
446	551266.1	4507719	15:40	44719		17-05-2016	44431.6	287.4	44709.1
447	551240.7	4507525	15:43	44783		17-05-2016	44431	352	44773.7
448	551123.6	4507359	15:49	44685		17-05-2016	44430.5	254.5	44676.2
449	551160.3	4507556	15:56	44730		17-05-2016	44430.5	299.5	44721.2
450	551008.1	4507580	16:04	44712		17-05-2016	44432.1	279.9	44701.6
451	550984.8	4507693	16:09	44707		17-05-2016	44432.5	274.5	44696.2
452	551130.6	4507768	16:14	44671		17-05-2016	44433.8	237.2	44658.9
453	551301.6	4507878	16:18	44680		17-05-2016	44432.6	247.4	44669.1
454	551451.6	4507970	16:23	44698		17-05-2016	44433.2	264.8	44686.5
455	551943.8	4508238	16:29	44347	electricity /metallic	17-05-2016	44431.6	-84.6	44337.1
456	552137.2	4508360	16:31	44677	village	17-05-2016	44431.9	245.1	44666.8
457	552273	4508468	16:34	44677	electricity /village	17-05-2016	44431.4	245.6	44667.3
458	552310.8	4508293	16:36	44484	road/electricity	17-05-2016	44432.2	51.8	44473.5
459	552143.9	4508206	16:39	44566	road/electricity	17-05-2016	44432.3	133.7	44555.4
460	551929.3	4508305	16:44	44750		17-05-2016	44432.7	317.3	44739.0
461	551885.8	4508488	16:47	44671	village/electricity	17-05-2016	44432.6	238.4	44660.1
462	551911.2	4508678	16:49	44679	village/electricity	17-05-2016	44432.6	246.4	44668.1
463	551969	4508864	16:51	44144	village/electricity	17-05-2016	44432.7	-288.7	44133.0
464	551975.1	4508993	16:53	43935	village/electricity	17-05-2016	44433	-498	43923.7
465	552143.2	4508909	16:56	44491	village/electricity	17-05-2016	44433.7	57.3	44479.0
466	552109	4509176	17:01	44530	village/electricity	17-05-2016	44434.7	95.3	44517.0
467	552239	4509300	17:03	44589	village/electricity	17-05-2016	44434.4	154.6	44576.3

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
468	552340.5	4509477	17:05	43919	village/electricity	17-05-2016	44435.7	-516.7	43905.0
469	551897.2	4509063	17:10	44706	village/electricity	17-05-2016	44437.1	268.9	44690.6
470	551818.3	4509286	17:13	44650	village/electricity	17-05-2016	44437	213	44634.7
471	551871.5	4509514	17:16	44652		17-05-2016	44437.8	214.2	44635.9
472	551670.3	4509513	17:18	44704		17-05-2016	44439.2	264.8	44686.5
473	551515	4509380	17:21	44711		17-05-2016	44439.9	271.1	44692.8
474	551407.7	4509222	17:23	44719		17-05-2016	44440.4	278.6	44700.3
475	551363.5	4509109	17:25	44735		17-05-2016	44441.4	293.6	44715.3
476	551452.1	4508917	17:27	44710	village	17-05-2016	44441.1	268.9	44690.6
477	551635.5	4508856	17:29	44084	village	17-05-2016	44441	-357	44064.7
478	551645.3	4508654	17:33	44673	village	17-05-2016	44439.6	233.4	44655.1
479	551742.3	4508475	17:36	44718		17-05-2016	44439.2	278.8	44700.5
480	551774.8	4508254	17:38	44675		17-05-2016	44439.3	235.7	44657.4
481	551577.4	4508299	17:40	44746		17-05-2016	44439.3	306.7	44728.4
482	551447.2	4508403	17:43	44665		17-05-2016	44438.5	226.5	44648.2
483	551412.3	4508569	17:46	44391	village	17-05-2016	44438.2	-47.2	44374.5
484	551464.1	4508803	17:48	44671	village	17-05-2016	44436.9	234.1	44655.8
485	551354.6	4508965	17:50	44632	village	17-05-2016	44436.4	195.6	44617.3
486	551165.7	4508801	17:55	44745		17-05-2016	44433.6	311.4	44733.1
487	551137.6	4508603	17:57	44674		17-05-2016	44432.8	241.2	44662.9
488	551122	4508414	17:59	44761		17-05-2016	44431.6	329.4	44751.1
489	551134.6	4508221	18:01	44741		17-05-2016	44430.8	310.2	44731.9
490	551015.7	4508100	18:04	44737		17-05-2016	44430.7	306.3	44728.0
491	550909.9	4507935	18:08	44715		17-05-2016	44430.5	284.5	44706.2
492	551093.4	4508884	18:15	44845	metall wall	17-05-2016	44430.3	414.7	44836.4
493	550934.3	4508892	18:18	44746		17-05-2016	44430	316	44737.7

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
494	550764.2	4508861	18:25	44791		17-05-2016	44429	362	44783.7
495	550665.3	4508908	18:35	44826		17-05-2016	44432.6	393.4	44815.1
496	550688.8	4508981	18:42	44839		17-05-2016	44436.8	402.2	44823.9
497	550564.1	4509104	18:49	44859		17-05-2016	44439.6	419.4	44841.1
498	550735.6	4509135	18:54	44814		17-05-2016	44439.9	374.1	44795.8
499	550929.5	4509177	18:56	44812		17-05-2016	44440.5	371.5	44793.2
500	550995.8	4509358	18:59	44746		17-05-2016	44439.6	306.4	44728.1
501	551074.4	4509392	19:01	44746		17-05-2016	44438.5	307.5	44729.2
502	551321.8	4509233	19:03	44747		17-05-2016	44438.6	308.4	44730.1
503	549182	4505963	10:08	44361	vill electricity	18-05-2016	44423.3	-62.3	44359.4
504	549382	4505902	10:10	44776		18-05-2016	44423.1	352.9	44774.6
505	549307.6	4506078	10:20	44799		18-05-2016	44421.5	377.5	44799.2
506	549198	4506266	10:23	44729		18-05-2016	44422	307	44728.7
507	549087.1	4506430	10:24	44648	house/road	18-05-2016	44422.3	225.7	44647.4
509	549071.8	4506824	10:29	44638		18-05-2016	44422.2	215.8	44637.5
510	549052.2	4507025	10:32	44704		18-05-2016	44421.1	282.9	44704.6
511	549043.9	4507205	10:34	44785		18-05-2016	44420.5	364.5	44786.2
512	549100.4	4507392	10:36	44941		18-05-2016	44420.2	520.8	44942.5
513	549054.7	4507284	10:39	44808	mid512-513	18-05-2016	44420.9	387.1	44808.8
514	549160.4	4507472	10:47	44839	100m	18-05-2016	44421	418	44839.7
515	549202	4507577	10:49	44759	100m	18-05-2016	44420.3	338.7	44760.4
516	549233.6	4507692	10:51	44697	100m	18-05-2016	44421.3	275.7	44697.4
517	549326.5	4507684	10:54	44696	100m	18-05-2016	44421.2	274.8	44696.5
518	549426.3	4507716	10:56	44732	100m	18-05-2016	44421.1	310.9	44732.6
519	549588.9	4507808	10:58	44844	200m	18-05-2016	44421.9	422.1	44843.8
520	549675	4507777	11:00	44837	100m	18-05-2016	44422	415	44836.7

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
521	549757.2	4507692	11:06	44805	100m	18-05-2016	44422.4	382.6	44804.3
522	549904.5	4507558	11:07	44863	200m	18-05-2016	44422.7	440.3	44862.0
523	550035.3	4507367	11:10	44779	200m	18-05-2016	44422.4	356.6	44778.3
524	550205	4507264	11:12	45046	quartz	18-05-2016	44421.9	624.1	45045.8
525	550125.9	4507301	11:15	44996	mid 523-524	18-05-2016	44422.2	573.8	44995.5
526	550293.9	4507222	11:18	45124	100m	18-05-2016	44421.7	702.3	45124.0
527	550373.1	4507169	11:20	45182	100m	18-05-2016	44422.3	759.7	45181.4
528	550466.4	4507114	11:21	45165	100m	18-05-2016	44421.9	743.1	45164.8
529	550535.9	4507039	11:23	45141	100m	18-05-2016	44421.6	719.4	45141.1
530	550597.1	4506949	11:25	45203	100m	18-05-2016	44421.4	781.6	45203.3
531	550523.5	4507213	11:28	45275	100m	18-05-2016	44420.1	854.9	45276.6
532	550347.3	4507245	11:30	45128	100m	18-05-2016	44419.9	708.1	45129.8
533	550229.1	4507440	11:32	45078	100m	18-05-2016	44421.2	656.8	45078.5
534	550283.5	4507513	11:35	45106		18-05-2016	44420.3	685.7	45107.4
535	550144.8	4507630	11:39	44946		18-05-2016	44421.2	524.8	44946.5
536	550086.4	4507724	11:42	44940		18-05-2016	44420.6	519.4	44941.1
537	550217.8	4507871	11:47	45058		18-05-2016	44419.5	638.5	45060.2
538	550397.3	4507959	11:54	44970		18-05-2016	44419.3	550.7	44972.4
539	550550.3	4508025	12:02	44847		18-05-2016	44418.8	428.2	44849.9
540	550012.7	4507587	12:10	44886		18-05-2016	44418.9	467.1	44888.8
541	549905.5	4507828	12:17	44888		18-05-2016	44416.2	471.8	44893.5
542	549957.2	4507895	12:20	45140		18-05-2016	44416.6	723.4	45145.1
543	550053.1	4508072	12:25	45156		18-05-2016	44416.3	739.7	45161.4
544	550122.6	4508209	12:29	45106		18-05-2016	44417	689	45110.7
545	550022.1	4508079	12:32	45175		18-05-2016	44415.7	759.3	45181.0
546	549882.7	4508089	12:37	45033		18-05-2016	44415.4	617.6	45039.3

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
547	549906.8	4508267	12:39	45136		18-05-2016	44413.7	722.3	45144.0
548	549814.4	4508410	12:44	45399		18-05-2016	44412.5	986.5	45408.2
549	549776.6	4508366	12:46	45204		18-05-2016	44412.1	791.9	45213.6
550	549979.6	4508543	12:50	45169		18-05-2016	44412.7	756.3	45178.0
551	549925.1	4508679	12:53	45223		18-05-2016	44413.8	809.2	45230.9
552	549829.8	4508834	12:55	45296		18-05-2016	44414.4	881.6	45303.3
553	549896.1	4509016	12:59	45023		18-05-2016	44413.4	609.6	45031.3
554	549858.5	4508958	13:02	45154	mid 552-553	18-05-2016	44414.3	739.7	45161.4
555	549869.5	4509208	13:05	44924		18-05-2016	44415.5	508.5	44930.2
556	549872.6	4509382	13:08	44982		18-05-2016	44415.4	566.6	44988.3
557	550063.1	4509302	13:12	45138		18-05-2016	44415.9	722.1	45143.8
558	550064.5	4509300	13:15	44840		18-05-2016	44415.9	424.1	44845.8
559	550249.2	4509259	13:18	44920	mid557-558	18-05-2016	44415.4	504.6	44926.3
560	550177.7	4509212	13:22	44817		18-05-2016	44416	401	44822.7
561	550327.4	4509339	13:27	44850		18-05-2016	44415.4	434.6	44856.3
562	550426.1	4509519	13:30	45450		18-05-2016	44414.7	1035.3	45457.0
563	550363.4	4509645	13:33	44992	mid561-562	18-05-2016	44416.1	575.9	44997.6
564	550460.7	4509610	13:37	45811	100m	18-05-2016	44414.6	1396.4	45818.1
565	550270.2	4509686	13:39	45782	100m	18-05-2016	44415.3	1366.7	45788.4
566	550195.6	4509691	13:41	45415	100m	18-05-2016	44415.1	999.9	45421.6
567	550109.6	4509704	13:42	45272	100m	18-05-2016	44414.8	857.2	45278.9
568	550015.4	4509701	13:44	44886	100m	18-05-2016	44414.2	471.8	44893.5
569	549926.7	4509708	13:47	44888	100m	18-05-2016	44415.5	472.5	44894.2
570	549941.5	4509804	13:48	45019	100m	18-05-2016	44415.3	603.7	45025.4
571	549952	4509912	13:50	45257	100m	18-05-2016	44415.1	841.9	45263.6
572	549947.1	4510010	13:52	45492	100m	18-05-2016	44416.2	1075.8	45497.5

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
573	549942.2	4510113	13:54	45268	100m	18-05-2016	44416	852	45273.7
574	549829.4	4510152	13:56	45184	100m	18-05-2016	44416	768	45189.7
575	549813.3	4510246	13:58	45216	100m	18-05-2016	44416.1	799.9	45221.6
576	549769	4510344	14:00	45114	100m	18-05-2016	44416.8	697.2	45118.9
577	549739.9	4510488	15:53	45561	100m	18-05-2016	44429	1132	45553.7
578	549568.6	4510435	15:55	45307	100m	18-05-2016	44428.9	878.1	45299.8
579	549369.4	4510343	15:56	45233		18-05-2016	44428.7	804.3	45226.0
580	549429.7	4510362	15:58	45222		18-05-2016	44429.4	792.6	45214.3
581	549268.6	4510251	15:59	45130		18-05-2016	44428.9	701.1	45122.8
582	549201.7	4510160	16:02	45227		18-05-2016	44430.3	796.7	45218.4
583	549061.7	4510048	16:03	45226		18-05-2016	44429.9	796.1	45217.8
584	548974.2	4509876	16:05	45171		18-05-2016	44429.9	741.1	45162.8
585	548944.6	4509674	16:06	44939		18-05-2016	44430.4	508.6	44930.3
586	548989.5	4509482	16:08	44899	mid584-585	18-05-2016	44430.5	468.5	44890.2
587	548975.3	4509498	16:11	45031	100m	18-05-2016	44431.2	599.8	45021.5
588	548953.6	4509378	16:12	45111	100m	18-05-2016	44431.2	679.8	45101.5
589	549116.7	4509183	16:13	45078	100m	18-05-2016	44431.8	646.2	45067.9
590	549085.6	4508985	16:16	45092		18-05-2016	44431.7	660.3	45082.0
591	549029.4	4508764	16:17	45128		18-05-2016	44431	697	45118.7
592	548868.4	4508630	16:19	45361	200m	18-05-2016	44430.9	930.1	45351.8
593	548783.6	4508476	16:21	44892		18-05-2016	44431.3	460.7	44882.4
594	548807.1	4508533	16:23	44945	mid593-594	18-05-2016	44432.2	512.8	44934.5
595	548706.7	4508388	16:25	44799	100m	18-05-2016	44432.5	366.5	44788.2
596	548641.3	4508286	16:27	44830	100m	18-05-2016	44432.5	397.5	44819.2
597	548603.9	4508184	16:28	44899	100m	18-05-2016	44432.5	466.5	44888.2
598	548630.5	4507986	16:30	44804	200m	18-05-2016	44431.9	372.1	44793.8

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
599	548709.3	4507791	16:32	44603		18-05-2016	44432.6	170.4	44592.1
600	548675.2	4507837	16:34	44646		18-05-2016	44433.3	212.7	44634.4
601	548781.6	4507712	16:37	44669	100	18-05-2016	44431.7	237.3	44659.0
602	548887	4507733	16:38	44490	100	18-05-2016	44432.3	57.7	44479.4
603	548895.5	4507723	16:40	44820	200	18-05-2016	44432.4	387.6	44809.3
604	548857	4507581	16:42	44614	mid602-603	18-05-2016	44432.5	181.5	44603.2
605	548765.2	4507421	16:45	44870	100	18-05-2016	44432.4	437.6	44859.3
606	548802.4	4507331	16:46	44911	100	18-05-2016	44432.4	478.6	44900.3
607	548767	4507144	16:48	44894	200	18-05-2016	44431.4	462.6	44884.3
608	548876.5	4506970	16:50	44874		18-05-2016	44432.3	441.7	44863.4
609	548952.4	4506784	16:52	44670		18-05-2016	44432.4	237.6	44659.3
610	548912.5	4506848	16:53	44682	mid	18-05-2016	44432.4	249.6	44671.3
611	549035	4506642	16:55	44604		18-05-2016	44433	171	44592.7
612	548873.1	4507276	17:03	44984		18-05-2016	44434.2	549.8	44971.5
613	549017.1	4507430	17:05	45064		18-05-2016	44433.5	630.5	45052.2
614	549318.3	4507867	17:08	44715		18-05-2016	44434.6	280.4	44702.1
615	549287.8	4507796	17:10	44690	mid	18-05-2016	44434.6	255.4	44677.1
616	549295	4507978	17:13	44785		18-05-2016	44435.5	349.5	44771.2
617	549278.8	4508085	17:15	44803	100	18-05-2016	44436.4	366.6	44788.3
618	549252.8	4508194	17:17	44866	100	18-05-2016	44436.4	429.6	44851.3
619	549225.3	4508308	17:19	44841	100	18-05-2016	44435.3	405.7	44827.4
620	549217	4508499	17:20	44868	200	18-05-2016	44435.7	432.3	44854.0
621	549280.4	4508694	17:22	44958		18-05-2016	44436.7	521.3	44943.0
622	549290.3	4508897	17:24	45040		18-05-2016	44436.6	603.4	45025.1
623	549182	4508678	17:28	44988		18-05-2016	44437.8	550.2	44971.9
624	549052.2	4508516	17:30	44866		18-05-2016	44437.1	428.9	44850.6

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
625	549039.3	4508331	17:32	44833		18-05-2016	44438.5	394.5	44816.2
626	549091.2	4508150	17:34	44735		18-05-2016	44438.4	296.6	44718.3
627	549092.5	4507950	17:36	44667		18-05-2016	44438.3	228.7	44650.4
628	549215.7	4507842	17:38	44638		18-05-2016	44438.7	199.3	44621.0
629	549820.4	4507924	17:46	44985	100	18-05-2016	44439.4	545.6	44967.3
630	549740.8	4508040	17:48	44934	100	18-05-2016	44440.9	493.1	44914.8
631	549692.5	4508114	17:50	44951		18-05-2016	44440.8	510.2	44931.9
632	549609.8	4508270	17:53	45008		18-05-2016	44439.7	568.3	44990.0
633	549528.4	4508436	17:56	44994		18-05-2016	44439.8	554.2	44975.9
634	549552.7	4508601	18:05	45030		18-05-2016	44440.9	589.1	45010.8
635	549712.6	4508674	18:06	45045		18-05-2016	44441.1	603.9	45025.6
636	549505.1	4508777	18:08	45256		18-05-2016	44440.9	815.1	45236.8
637	549375.9	4508944	18:13	45045	70m	18-05-2016	44441.6	603.4	45025.1
638	549397.6	4509057	18:16	45228	100m	18-05-2016	44441.3	786.7	45208.4
639	549459.8	4509231	18:18	45094	100m	18-05-2016	44441	653	45074.7
640	549452	4509352	18:20	44910	100m	18-05-2016	44440.7	469.3	44891.0
641	549482.1	4509479	18:22	45022		18-05-2016	44440.5	581.5	45003.2
642	549568.8	4509563	18:25	45012		18-05-2016	44440.3	571.7	44993.4
643	549607.4	4509676	18:27	44969		18-05-2016	44440.5	528.5	44950.2
644	549464.8	4509744	18:29	45076		18-05-2016	44440.4	635.6	45057.3
645	549357.3	4509826	18:32	45144		18-05-2016	44440.7	703.3	45125.0
646	549411	4510004	18:34	45111		18-05-2016	44441.1	669.9	45091.6
647	549576.8	4510048	18:36	44907		18-05-2016	44441.8	465.2	44886.9
648	549512.2	4510024	18:38	45070		18-05-2016	44441.9	628.1	45049.8
649	549638.1	4510145	18:42	45172	electricity	18-05-2016	44442.2	729.8	45151.5
650	549642.9	4510258	18:44	45468	100m	18-05-2016	44442.4	1025.6	45447.3

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
651	549640.8	4510367	18:45	45375	100m	18-05-2016	44442	933	45354.7
652	549528.6	4510310	18:47	45378	100m	18-05-2016	44442.6	935.4	45357.1
653	549475.4	4510262	18:49	45323	100m	18-05-2016	44443	880	45301.7
654	549426.6	4510206	18:50	45115	100m	18-05-2016	44442.7	672.3	45094.0
655	549380.6	4510128	18:51	45180	100m	18-05-2016	44441.3	738.7	45160.4
656	549357.3	4510039	18:52	45130	100m	18-05-2016	44441.5	688.5	45110.2
657	549293.3	4509933	18:54	45127	200m	18-05-2016	44441.8	685.2	45106.9
658	549226.9	4509759	18:55	45152	200m	18-05-2016	44441.8	710.2	45131.9
659	549209.8	4509579	18:57	44934	200m	18-05-2016	44441.4	492.6	44914.3
660	549254.5	4509413	18:59	44981	200m	18-05-2016	44441.3	539.7	44961.4
661	549333.5	4509392	19:01	44958	200m	18-05-2016	44441.2	516.8	44938.5
662	549375	4509492	19:02	45029	200m	18-05-2016	44441.3	587.7	45009.4
663	549423.7	4509581	19:04	45108	200m	18-05-2016	44441	667	45088.7
664	549341.1	4509732	19:05	45076	200m	18-05-2016	44441	635	45056.7
665	549285.5	4509201	19:09	45150	200m	18-05-2016	44440	710	45131.7
666	549268.5	4509010	19:11	45075		18-05-2016	44440	635	45056.7
667	549436.6	4508702	19:16	45025		18-05-2016	44439.8	585.2	45006.9
668	549389.9	4508532	19:20	44935		18-05-2016	44439.8	495.2	44916.9
669	549384.2	4508326	19:22	44900		18-05-2016	44439.6	460.4	44882.1
670	549454.6	4508112	19:24	44852		18-05-2016	44439.4	412.6	44834.3
671	549450.1	4507945	19:26	44818		18-05-2016	44439.2	378.8	44800.5
672	549624.9	4507904	19:30	44881		18-05-2016	44438.9	442.1	44863.8
673	549998.4	4507424	19:43	45008		18-05-2016	44437.4	570.6	44992.3
674	549794	4507454	19:45	44897		18-05-2016	44437.2	459.8	44881.5
675	549609.2	4507515	19:49	44808		18-05-2016	44437	371	44792.7
676	549527.3	4507559	19:51	44766		18-05-2016	44437.1	328.9	44750.6

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
677	549403	4507612	19:54	44735		18-05-2016	44437.3	297.7	44719.4
678	549287.3	4507659	20:00	44683		18-05-2016	44437.2	245.8	44667.5
679	547870.6	4510144	10:00	44751		08-06-2016	44421.7	329.3	44751.0
680	547660.6	4509969	10:05	44730		08-06-2016	44420.4	309.6	44731.3
681	547665.9	4509801	10:12	44783		08-06-2016	44419.1	363.9	44785.6
682	547692.3	4509636	10:14	44861		08-06-2016	44418.7	442.3	44864.0
683	547764.8	4509516	10:18	44818		08-06-2016	44418.4	399.6	44821.3
684	547927	4509684	10:29	44958		08-06-2016	44416.8	541.2	44962.9
685	547923.4	4509593	10:31	44865		08-06-2016	44416.1	448.9	44870.6
686	547966.7	4509851	10:33	45033		08-06-2016	44415.4	617.6	45039.3
687	547971.5	4509762	10:35	45031		08-06-2016	44414.4	616.6	45038.3
688	547922.3	4509982	10:37	45930		08-06-2016	44413.8	1516.2	45937.9
689	548692.6	4510107	10:50	44210		08-06-2016	44412.1	-202.1	44219.6
690	548568.5	4509942	10:53	45283		08-06-2016	44413.1	869.9	45291.6
691	548612.7	4509853	10:55	45224		08-06-2016	44412.6	811.4	45233.1
692	548641.4	4509763	10:57	45475		08-06-2016	44411.9	1063.1	45484.8
693	548584.6	4509627	10:59	45849		08-06-2016	44412	1437	45858.7
694	548541.5	4509542	11:01	45735		08-06-2016	44412.3	1322.7	45744.4
695	548552.1	4509433	11:03	45029		08-06-2016	44411.8	617.2	45038.9
696	548577	4509288	11:08	44909		08-06-2016	44411.3	497.7	44919.4
697	548443.3	4509282	11:10	45127		08-06-2016	44411.3	715.7	45137.4
698	548386	4509221	11:14	45294		08-06-2016	44412.2	881.8	45303.5
699	548400.6	4509137	11:17	45211		08-06-2016	44411.8	799.2	45220.9
700	548360.5	4509039	11:19	45336		08-06-2016	44412.3	923.7	45345.4
701	548278	4508944	11:22	45338		08-06-2016	44413.2	924.8	45346.5
702	548145.9	4508919	11:24	45375		08-06-2016	44413.3	961.7	45383.4

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
703	548053.8	4508800	11:25	45414		08-06-2016	44413.4	1000.6	45422.3
704	547978.3	4508718	11:26	45335		08-06-2016	44413.5	921.5	45343.2
705	547854.4	4508718	11:28	45318		08-06-2016	44413.6	904.4	45326.1
706	547784.6	4508630	11:35	45086		08-06-2016	44415.1	670.9	45092.6
707	547703.8	4508511	11:36	45038		08-06-2016	44415.8	622.2	45043.9
708	547645.2	4508424	11:38	45008		08-06-2016	44415.8	592.2	45013.9
709	547601	4508285	11:39	44964		08-06-2016	44415.4	548.6	44970.3
710	547596.1	4508179	11:42	44968		08-06-2016	44416.7	551.3	44973.0
711	547553	4508094	11:43	44982		08-06-2016	44416.9	565.1	44986.8
712	547361.2	4507930	11:44	44963		08-06-2016	44416.9	546.1	44967.8
713	547349.9	4507721	11:46	44950		08-06-2016	44417.2	532.8	44954.5
714	547338.1	4507588	11:48	44870		08-06-2016	44417	453	44874.7
715	547345.8	4509027	12:02	44796		08-06-2016	44419.2	376.8	44798.5
716	547477.9	4509054	12:03	44779		08-06-2016	44419.1	359.9	44781.6
717	547674.4	4509142	12:09	44857		08-06-2016	44416.8	440.2	44861.9
718	547802.2	4509391	12:16	44743		08-06-2016	44416.5	326.5	44748.2
719	547974.7	4509486	12:19	44817		08-06-2016	44416.2	400.8	44822.5
720	547894.4	4509293	12:23	44926		08-06-2016	44416	510	44931.7
721	547997.6	4509211	12:25	45766		08-06-2016	44415.9	1350.1	45771.8
722	548145.7	4509167	12:27	45529		08-06-2016	44414.6	1114.4	45536.1
723	548108.4	4509282	12:31	45792		08-06-2016	44414.3	1377.7	45799.4
724	548237.7	4509299	12:33	45563		08-06-2016	44414	1149	45570.7
725	548303.1	4509411	12:35	45476		08-06-2016	44413.8	1062.2	45483.9
726	548406	4509389	12:36	45219		08-06-2016	44413.8	805.2	45226.9
727	548637.8	4509450	12:41	45023		08-06-2016	44414.2	608.8	45030.5
728	548693.7	4509517	12:43	44057		08-06-2016	44414.5	-357.5	44064.2

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
729	548740.5	4509671	12:45	45157		08-06-2016	44414.6	742.4	45164.1
730	548814.7	4509736	12:46	45131		08-06-2016	44414.5	716.5	45138.2
731	548843.5	4509849	12:47	45240		08-06-2016	44414.5	825.5	45247.2
732	548847	4509964	12:49	45400		08-06-2016	44414.1	985.9	45407.6
733	548930.8	4510059	12:51	45388		08-06-2016	44413.8	974.2	45395.9
734	549065.3	4510148	12:53	45329		08-06-2016	44413.1	915.9	45337.6
735	549169.9	4510284	12:55	45086		08-06-2016	44412.4	673.6	45095.3
736	549303.1	4510366	12:56	45081		08-06-2016	44412.3	668.7	45090.4
737	549481.1	4510469	12:59	45138		08-06-2016	44412.2	725.8	45147.5
738	549629.5	4510574	13:00	45031		08-06-2016	44411.9	619.1	45040.8
739	547273.7	4508409	14:40	44835		08-06-2016	44412.1	422.9	44844.6
740	547384	4508328	14:44	44954		08-06-2016	44412.7	541.3	44963.0
741	547533.1	4508568	15:06	44854		08-06-2016	44415.6	438.4	44860.1
742	547629.2	4508505	15:09	44960		08-06-2016	44416	544	44965.7
743	547707	4508223	15:13	45027		08-06-2016	44416.4	610.6	45032.3
744	547720.4	4508114	15:15	45132		08-06-2016	44416	716	45137.7
745	547645.7	4508121	15:18	45089		08-06-2016	44416.8	672.2	45093.9
746	547426.6	4507607	15:25	44940		08-06-2016	44417.5	522.5	44944.2
747	547510.8	4507655	15:27	44875		08-06-2016	44417.8	457.2	44878.9
748	547488.2	4507450	15:30	45051		08-06-2016	44417.4	633.6	45055.3
749	547653.7	4507536	15:33	45134		08-06-2016	44417	717	45138.7
750	547846.1	4507604	15:35	45180		08-06-2016	44416.9	763.1	45184.8
751	548035.4	4507511	15:37	45666		08-06-2016	44416.9	1249.1	45670.8
752	547990.1	4507549	15:39	45516		08-06-2016	44417	1099	45520.7
753	548078.2	4507422	15:41	45648		08-06-2016	44417	1231	45652.7
754	548101.5	4507295	15:42	45681		08-06-2016	44416.9	1264.1	45685.8

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
755	548136.2	4507154	15:44	45721		08-06-2016	44417	1304	45725.7
756	548125.8	4507026	15:45	45449		08-06-2016	44416.8	1032.2	45453.9
757	548161.6	4506934	15:47	45225		08-06-2016	44416.9	808.1	45229.8
758	548215.3	4506899	15:49	45104		08-06-2016	44416.9	687.1	45108.8
759	548321.1	4506872	15:50	45115		08-06-2016	44416.8	698.2	45119.9
760	548445.3	4506823	15:52	44811		08-06-2016	44416.9	394.1	44815.8
761	548488.7	4506642	15:54	44866		08-06-2016	44416.8	449.2	44870.9
762	548669	4506632	15:56	44906		08-06-2016	44416.7	489.3	44911.0
763	548777.1	4506461	15:58	44729		08-06-2016	44416.3	312.7	44734.4
764	548876.9	4506267	16:00	44728		08-06-2016	44416.2	311.8	44733.5
765	548725.5	4506172	16:06	44794		08-06-2016	44417.1	376.9	44798.6
766	548510.8	4506071	16:08	44801		08-06-2016	44416.7	384.3	44806.0
767	548390.5	4505940	16:11	44972		08-06-2016	44417.8	554.2	44975.9
768	548359.3	4505762	16:22	45152		08-06-2016	44418.1	733.9	45155.6
769	548228.4	4505971	16:24	45317		08-06-2016	44418.4	898.6	45320.3
770	548099.8	4506036	16:26	45232		08-06-2016	44419.3	812.7	45234.4
771	547984.5	4506019	16:28	45120		08-06-2016	44419.7	700.3	45122.0
772	547871.9	4506018	16:30	44951		08-06-2016	44421	530	44951.7
773	547989.8	4506076	16:42	44997		08-06-2016	44425.4	571.6	44993.3
774	547924.6	4506141	16:47	45182		08-06-2016	44424.1	757.9	45179.6
775	547799.4	4506121	16:49	44968		08-06-2016	44425.6	542.4	44964.1
776	547695.8	4506034	16:51	44879		08-06-2016	44425.9	453.1	44874.8
777	547617.4	4505954	16:54	44921		08-06-2016	44426.7	494.3	44916.0
778	547555.1	4505785	16:56	44855		08-06-2016	44426.7	428.3	44850.0
779	547534.7	4505901	16:58	44894		08-06-2016	44426.8	467.2	44888.9
780	547524.8	4506129	17:01	44952		08-06-2016	44426.9	525.1	44946.8

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
781	547482.5	4506353	17:03	44953		08-06-2016	44427.3	525.7	44947.4
782	547480.9	4506610	17:06	45148		08-06-2016	44427.7	720.3	45142.0
783	547445.8	4506811	17:10	45009		08-06-2016	44428.6	580.4	45002.1
784	547340.9	4506925	17:24	45010		08-06-2016	44430.3	579.7	45001.4
785	547237.3	4506838	17:30	44861		08-06-2016	44430.2	430.8	44852.5
786	547100.4	4506885	17:32	44784		08-06-2016	44431.5	352.5	44774.2
787	547083.2	4506925	17:41	44948		08-06-2016	44433.5	514.5	44936.2
788	547198.4	4506749	17:45	44867		08-06-2016	44434	433	44854.7
789	547126.1	4506611	17:47	44724		08-06-2016	44434.1	289.9	44711.6
790	547169.9	4506358	17:59	44926		08-06-2016	44434.6	491.4	44913.1
791	547197.8	4506182	18:02	44701		08-06-2016	44434.8	266.2	44687.9
792	547012	4506166	18:05	44755		08-06-2016	44434.1	320.9	44742.6
793	546706.5	4506840	18:10	44659		08-06-2016	44434.2	224.8	44646.5
794	546524.8	4506852	18:12	44528		08-06-2016	44434.2	93.8	44515.5
795	546353.3	4507036	18:14	44758		08-06-2016	44433.9	324.1	44745.8
796	547536	4508771	10:36	44908		09-06-2016	44419.4	488.6	44910.3
797	547641.9	4508936	10:41	44996		09-06-2016	44419.2	576.8	44998.5
798	547825.1	4508897	10:47	44943		09-06-2016	44418.6	524.4	44946.1
799	547862.8	4508725	10:49	45313		09-06-2016	44419.4	893.6	45315.3
800	547827	4508830	10:54	45139		09-06-2016	44419.5	719.5	45141.2
801	547981.5	4509096	10:58	45708		09-06-2016	44418.9	1289.1	45710.8
802	547932.7	4509022	10:59	45939		09-06-2016	44418.5	1520.5	45942.2
803	548098.4	4509076	11:03	45403		09-06-2016	44417.3	985.7	45407.4
804	548131.3	4509002	11:05	45367		09-06-2016	44417.4	949.6	45371.3
805	548457.9	4508993	11:11	45176		09-06-2016	44417.1	758.9	45180.6
806	548564.8	4508994	11:13	45116		09-06-2016	44416.8	699.2	45120.9

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
807	548643.3	4509045	11:16	45084		09-06-2016	44416.5	667.5	45089.2
808	548783.8	4509077	11:18	45016		09-06-2016	44416.7	599.3	45021.0
809	548883.7	4509085	11:21	45100		09-06-2016	44416.2	683.8	45105.5
810	548914.3	4509150	11:22	45091		09-06-2016	44416.7	674.3	45096.0
811	548961.3	4509058	11:27	45150		09-06-2016	44416.6	733.4	45155.1
812	549009.3	4509042	11:33	45067		09-06-2016	44415.7	651.3	45073.0
813	548980.3	4508953	11:37	45061		09-06-2016	44415.6	645.4	45067.1
814	548879.3	4508896	11:40	45122		09-06-2016	44415.9	706.1	45127.8
815	548754.2	4508881	11:42	45029		09-06-2016	44415.2	613.8	45035.5
816	548700.1	4508969	11:44	45010		09-06-2016	44414.7	595.3	45017.0
817	548224	4508811	11:54	45373		09-06-2016	44414.9	958.1	45379.8
818	548206.7	4508663	11:56	45424	afloramento quartzito	09-06-2016	44414.8	1009.2	45430.9
819	548295.1	4508702	12:10	45874		09-06-2016	44413.4	1460.6	45882.3
820	548351	4508767	12:12	45681		09-06-2016	44413.3	1267.7	45689.4
821	548404.9	4508703	12:13	45077		09-06-2016	44413.1	663.9	45085.6
822	548418.3	4508579	12:16	45291		09-06-2016	44412.3	878.7	45300.4
823	548492.6	4508633	12:21	45160		09-06-2016	44412.2	747.8	45169.5
824	548584.9	4508724	12:24	44906		09-06-2016	44412.8	493.2	44914.9
825	548602.4	4508843	12:26	45020		09-06-2016	44413.3	606.7	45028.4
826	548151.8	4508666	12:37	45670		09-06-2016	44412.4	1257.6	45679.3
827	548225.7	4508552	12:39	45375		09-06-2016	44412.8	962.2	45383.9
828	548343.1	4508676	12:41	45354		09-06-2016	44413.2	940.8	45362.5
829	548407.8	4508466	12:45	44987		09-06-2016	44413.2	573.8	44995.5
830	548336.5	4508397	12:48	44845		09-06-2016	44412.6	432.4	44854.1
831	548207.2	4508399	12:51	45821		09-06-2016	44412.3	1408.7	45830.4
832	548104.6	4508316	12:52	45678		09-06-2016	44412.8	1265.2	45686.9

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
833	548083	4508187	12:54	45964		09-06-2016	44412.6	1551.4	45973.1
834	548073.6	4508052	12:56	45895		09-06-2016	44412.8	1482.2	45903.9
835	548366.4	4507911	12:58	45742		09-06-2016	44412.7	1329.3	45751.0
836	548377.6	4507920	13:14	45507		09-06-2016	44413.9	1093.1	45514.8
837	548357.2	4507811	13:16	45259		09-06-2016	44414.3	844.7	45266.4
838	548393	4507715	13:17	44756		09-06-2016	44414.2	341.8	44763.5
839	548461.2	4507621	13:19	45290		09-06-2016	44413.9	876.1	45297.8
840	548413.6	4507585	13:20	45328		09-06-2016	44414.2	913.8	45335.5
841	548292.1	4507651	13:22	45091		09-06-2016	44415.1	675.9	45097.6
842	548226.6	4507765	13:25	45192		09-06-2016	44415.1	776.9	45198.6
843	548134.7	4507820	13:27	45342		09-06-2016	44415.4	926.6	45348.3
844	548044.3	4507871	13:28	45695		09-06-2016	44415.5	1279.5	45701.2
845	547997.1	4507773	13:30	45984		09-06-2016	44415.5	1568.5	45990.2
846	547931.5	4507682	13:31	45466		09-06-2016	44415.3	1050.7	45472.4
847	547833	4507674	13:33	45198		09-06-2016	44415.2	782.8	45204.5
848	547763	4507616	13:34	45085		09-06-2016	44415	670	45091.7
849	547444	4507749	15:14	44985		09-06-2016	44430.8	554.2	44975.9
850	547524.2	4507757	15:19	45020		09-06-2016	44429.7	590.3	45012.0
851	547614.9	4507880	15:22	45031		09-06-2016	44430.3	600.7	45022.4
852	547730.7	4507827	15:31	44853		09-06-2016	44430.4	422.6	44844.3
853	547865.3	4507913	15:52	45074		09-06-2016	44431.8	642.2	45063.9
854	547915.2	4508026	15:54	44856		09-06-2016	44432	424	44845.7
855	547784.7	4507966	16:08	45054		09-06-2016	44431.9	622.1	45043.8
856	547884.5	4508203	16:10	45228		09-06-2016	44432	796	45217.7
857	547655.3	4508609	16:25	45100		09-06-2016	44431.8	668.2	45089.9
858	547594	4507635	16:36	45027		09-06-2016	44432	595	45016.7

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
859	547836.7	4507759	16:39	45122		09-06-2016	44432.8	689.2	45110.9
860	548051	4507709	16:45	45388	quartzito	09-06-2016	44433.7	954.3	45376.0
861	548420.2	4507439	16:51	44996		09-06-2016	44434.5	561.5	44983.2
862	548552	4507518	16:54	44783		09-06-2016	44434.8	348.2	44769.9
863	548636.7	4507478	17:01	44745		09-06-2016	44434.9	310.1	44731.8
864	548166.5	4507696	17:12	45245		09-06-2016	44435.4	809.6	45231.3
865	548130.7	4507569	17:16	45354	quartzito	09-06-2016	44436.1	917.9	45339.6
866	548126.1	4507409	17:18	45509		09-06-2016	44436.3	1072.7	45494.4
867	548273.6	4507026	17:27	45081		09-06-2016	44436.4	644.6	45066.3
868	548405.4	4507110	17:29	44951		09-06-2016	44436.4	514.6	44936.3
869	548323.9	4507302	17:32	45067		09-06-2016	44435.2	631.8	45053.5
870	548570.3	4507298	17:36	44847		09-06-2016	44435.1	411.9	44833.6
871	548065	4506848	17:46	45353	pedreira	09-06-2016	44436.6	916.4	45338.1
872	547876.5	4506821	17:49	45247		09-06-2016	44436.8	810.2	45231.9
873	547792.9	4506695	17:51	45175		09-06-2016	44436.2	738.8	45160.5
874	547748.5	4506595	17:53	45356		09-06-2016	44436.7	919.3	45341.0
875	547702.6	4506502	17:54	45282		09-06-2016	44436.7	845.3	45267.0
876	547607.1	4506457	17:55	45226		09-06-2016	44437.2	788.8	45210.5
877	547530.2	4506375	17:57	45020		09-06-2016	44437.3	582.7	45004.4
878	547419.2	4506348	17:59	44941		09-06-2016	44437.3	503.7	44925.4
879	547380.5	4506239	18:00	44921		09-06-2016	44437.2	483.8	44905.5
880	547291.4	4506076	18:02	44836		09-06-2016	44437.4	398.6	44820.3
881	547084.2	4506108	18:06	44866		09-06-2016	44437.3	428.7	44850.4
882	547238.8	4505925	18:13	44855		09-06-2016	44438.4	416.6	44838.3
883	547188.1	4505718	18:15	44811		09-06-2016	44438.7	372.3	44794.0
884	547165.7	4505477	18:17	44852		09-06-2016	44438.3	413.7	44835.4

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
885	547011.4	4505598	18:20	44837		09-06-2016	44438.2	398.8	44820.5
886	546857.5	4505666	18:22	44829		09-06-2016	44438.1	390.9	44812.6
887	546709.4	4505709	18:23	44814		09-06-2016	44438.1	375.9	44797.6
888	546994.6	4505811	18:30	44852		09-06-2016	44439.1	412.9	44834.6
889	546973.5	4506018	18:32	44865		09-06-2016	44438.5	426.5	44848.2
890	546784.5	4506078	18:35	44789		09-06-2016	44438.3	350.7	44772.4
891	546760.7	4506285	18:37	44793		09-06-2016	44438.6	354.4	44776.1
892	546648.3	4506469	18:40	44830		09-06-2016	44438.3	391.7	44813.4
893	546507.8	4506635	18:43	44911		09-06-2016	44438.2	472.8	44894.5
894	546275.4	4506663	18:51	44851		09-06-2016	44437.6	413.4	44835.1
895	546740	4506205	19:09	44789		09-06-2016	44438.8	350.2	44771.9
896	546621.3	4506279	19:11	44863		09-06-2016	44438.6	424.4	44846.1
897	547126.8	4507607	10:11	44695		22-06-2016	44417.2	277.8	44699.5
898	546960.1	4507702	10:21	44795		22-06-2016	44415.7	379.3	44801.0
899	546995.9	4507818	10:32	44803		22-06-2016	44412.5	390.5	44812.2
900	546809.4	4507706	10:37	44788		22-06-2016	44411.5	376.5	44798.2
901	546752.1	4507637	10:41	44782		22-06-2016	44411.1	370.9	44792.6
902	546619	4507322	10:44	44774		22-06-2016	44410.3	363.7	44785.4
903	546469.3	4507173	10:47	44741		22-06-2016	44410.3	330.7	44752.4
904	546504.5	4506938	10:51	44731		22-06-2016	44410.4	320.6	44742.3
905	547048.1	4506246	11:21	44801		22-06-2016	44406	395	44816.7
906	547006.2	4506416	11:28	44774		22-06-2016	44406.2	367.8	44789.5
907	547010.4	4506644	11:31	44840		22-06-2016	44405.8	434.2	44855.9
908	547400.8	4505915	11:46	44840		22-06-2016	44403.4	436.6	44858.3
909	547414.8	4505706	11:49	44818		22-06-2016	44403.1	414.9	44836.6
910	547518.1	4505635	12:01	44876		22-06-2016	44402.4	473.6	44895.3

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
911	547939.3	4506256	12:15	45006		22-06-2016	44400.4	605.6	45027.3
912	547934.2	4506398	12:20	45042		22-06-2016	44401.7	640.3	45062.0
913	547937.4	4506552	12:24	45147		22-06-2016	44401.8	745.2	45166.9
914	547955.5	4506578	12:32	45190		22-06-2016	44400.7	789.3	45211.0
915	547835	4506927	12:47	45198		22-06-2016	44402.5	795.5	45217.2
916	547723	4507052	12:52	45388		22-06-2016	44403.3	984.7	45406.4
917	548110.4	4506790	12:59	45283		22-06-2016	44403.7	879.3	45301.0
918	548097.2	4506662	13:02	45433		22-06-2016	44404.9	1028.1	45449.8
919	548135.9	4506560	13:11	45500		22-06-2016	44403.8	1096.2	45517.9
920	548053.3	4506482	13:18	45262		22-06-2016	44404.7	857.3	45279.0
921	547998.9	4506398	13:21	45161		22-06-2016	44405	756	45177.7
922	548074.4	4506262	13:39	45300		22-06-2016	44406.9	893.1	45314.8
923	548098	4506327	13:44	45391		22-06-2016	44408.1	982.9	45404.6
924	548226.3	4506289	13:50	45374		22-06-2016	44409.1	964.9	45386.6
925	548354.6	4506273	13:54	45057		22-06-2016	44410.5	646.5	45068.2
926	548189	4506405	14:06	45356		22-06-2016	44414.3	941.7	45363.4
927	548240.4	4506509	14:09	45072		22-06-2016	44414.7	657.3	45079.0
928	548355.6	4506543	14:19	44983		22-06-2016	44417.7	565.3	44987.0
929	548369.7	4506543	14:21	44886		22-06-2016	44418.2	467.8	44889.5
930	548778.7	4505789	14:48	44718		22-06-2016	44419.4	298.6	44720.3
931	548695.4	4505611	14:53	44747		22-06-2016	44419.6	327.4	44749.1
932	548944	4505707	14:57	44846		22-06-2016	44420.9	425.1	44846.8
933	549099.2	4505654	16:02	44937		22-06-2016	44438.8	498.2	44919.9
934	549095.8	4505743	16:05	44826		22-06-2016	44438.5	387.5	44809.2
935	549295.4	4505582	16:10	44772		22-06-2016	44438.2	333.8	44755.5
936	549282.2	4505670	16:13	44710		22-06-2016	44438.3	271.7	44693.4

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
937	549522.5	4505537	16:20	44736		22-06-2016	44439.8	296.2	44717.9
938	549618.3	4505726	16:23	44958		22-06-2016	44441	517	44938.7
939	549639.4	4505952	16:26	44805		22-06-2016	44441.8	363.2	44784.9
940	549823.1	4506061	16:29	44769		22-06-2016	44441.9	327.1	44748.8
941	549613	4506098	16:36	44716		22-06-2016	44443.2	272.8	44694.5
942	549443.2	4506027	16:39	44722		22-06-2016	44443.7	278.3	44700.0
943	548064.3	4505868	16:52	45116		22-06-2016	44446.2	669.8	45091.5
944	547854	4505946	16:57	44942		22-06-2016	44445.2	496.8	44918.5
945	547680.4	4505801	17:00	44989		22-06-2016	44446.4	542.6	44964.3
946	547640.8	4505595	17:05	44910		22-06-2016	44447.9	462.1	44883.8
947	549867.5	4506157	10:33	44799		24-06-2016	44412	387	44808.7
948	549646.3	4506185	10:41	44744		24-06-2016	44412.4	331.6	44753.3
949	549580.2	4506381	10:46	44699		24-06-2016	44411.3	287.7	44709.4
950	549445.4	4506536	10:50	44609		24-06-2016	44411.4	197.6	44619.3
951	549576.4	4506742	10:53	44175		24-06-2016	44411	-236	44185.7
952	549624.1	4506973	10:57	44669		24-06-2016	44410.6	258.4	44680.1
953	549705.2	4506844	11:00	44945		24-06-2016	44410.1	534.9	44956.6
954	549706.2	4506702	11:02	44832		24-06-2016	44410.8	421.2	44842.9
955	549810.7	4506649	11:05	44766		24-06-2016	44410	356	44777.7
956	549940.7	4506572	11:06	44578		24-06-2016	44409.7	168.3	44590.0
957	549965.4	4506461	11:08	44843		24-06-2016	44409.4	433.6	44855.3
958	550085.2	4506442	11:10	44844		24-06-2016	44410.4	433.6	44855.3
959	550230.8	4506563	11:15	45079		24-06-2016	44409.4	669.6	45091.3
960	550258.1	4506695	11:18	45012		24-06-2016	44408.7	603.3	45025.0
961	550361.9	4506751	11:23	45021		24-06-2016	44409.3	611.7	45033.4
962	550393.6	4506640	11:26	45061		24-06-2016	44409	652	45073.7

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
963	550380.9	4506448	11:28	45052		24-06-2016	44408	644	45065.7
964	550388	4506218	11:34	45147		24-06-2016	44406.3	740.7	45162.4
965	550594.5	4506497	11:35	45272		24-06-2016	44406.3	865.7	45287.4
966	550734	4506483	11:37	45363		24-06-2016	44405.4	957.6	45379.3
967	550796.6	4506595	11:40	45412		24-06-2016	44404.3	1007.7	45429.4
968	550919.5	4506536	11:42	45278		24-06-2016	44403.9	874.1	45295.8
969	551017.8	4506572	11:44	45098		24-06-2016	44403.8	694.2	45115.9
970	550995.6	4506726	11:47	45218		24-06-2016	44403.2	814.8	45236.5
971	550920.2	4506843	11:49	45152		24-06-2016	44402.5	749.5	45171.2
972	550826.5	4506963	11:51	45204		24-06-2016	44401.9	802.1	45223.8
973	550728.2	4507120	11:52	45352		24-06-2016	44402.2	949.8	45371.5
974	550766.7	4507261	11:54	45107		24-06-2016	44401.5	705.5	45127.2
975	550695.5	4507386	11:58	45207		24-06-2016	44400.3	806.7	45228.4
976	550637.2	4507463	11:59	44980		24-06-2016	44399.3	580.7	45002.4
977	550602.8	4507557	12:02	44915		24-06-2016	44398.5	516.5	44938.2
978	550809.7	4507553	12:04	44991		24-06-2016	44397.8	593.2	45014.9
979	550757.7	4507747	12:05	44715		24-06-2016	44397.7	317.3	44739.0
980	550625.1	4507794	12:07	44951		24-06-2016	44398.7	552.3	44974.0
981	550625.7	4507907	12:09	44844		24-06-2016	44398.8	445.2	44866.9
982	550816.3	4506806	12:21	45280		24-06-2016	44398	882	45303.7
983	550719.6	4506744	12:23	45395		24-06-2016	44398.4	996.6	45418.3
984	550615.6	4506716	12:25	45208		24-06-2016	44398.5	809.5	45231.2
985	550550.1	4506822	12:27	45085		24-06-2016	44398.1	686.9	45108.6
986	550463.6	4506912	12:29	45106		24-06-2016	44397.8	708.2	45129.9
987	550358.8	4506997	12:30	45049		24-06-2016	44398.5	650.5	45072.2
988	550276	4506967	12:32	44973		24-06-2016	44399	574	44995.7

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
989	550194.7	4506911	12:34	44894		24-06-2016	44398.3	495.7	44917.4
990	550082.5	4506853	12:35	44921		24-06-2016	44399	522	44943.7
991	549950.4	4506807	12:37	44834		24-06-2016	44399	435	44856.7
992	550119	4507075	12:44	44897		24-06-2016	44401	496	44917.7
993	549924.4	4507120	12:48	44945		24-06-2016	44402	543	44964.7
994	549770.7	4507357	12:52	45174		24-06-2016	44402.5	771.5	45193.2
995	549471.4	4507485	12:57	44815		24-06-2016	44404.1	410.9	44832.6
996	549693.7	4506461	13:09	44691		24-06-2016	44406.7	284.3	44706.0
997	549866.2	4506353	13:12	44655		24-06-2016	44407.3	247.7	44669.4
998	550041.2	4506282	13:16	44867		24-06-2016	44408.8	458.2	44879.9
999	550298.1	4506401	13:30	44966		24-06-2016	44410.3	555.7	44977.4
1000	549310.2	4507177	13:56	44697		24-06-2016	44412.7	284.3	44706.0
1001	549184.2	4507279	13:59	44646		24-06-2016	44411.9	234.1	44655.8
1002	549337.8	4506626	14:10	44586		24-06-2016	44414.7	171.3	44593.0
1003	549381.8	4506365	14:14	44637		24-06-2016	44414.4	222.6	44644.3
1004	550078.2	4505609	14:42	45142		24-06-2016	44415	727	45148.7
1005	550223	4505634	14:47	45042		24-06-2016	44414.7	627.3	45049.0
1006	550294.8	4505637	14:49	45043		24-06-2016	44414	629	45050.7
1007	550377.9	4505641	14:55	45052		24-06-2016	44412.4	639.6	45061.3
1008	550337.2	4505822	14:58	44912		24-06-2016	44414.4	497.6	44919.3
1009	550518.3	4505905	16:00	44952		24-06-2016	44417.4	534.6	44956.3
1010	550634.1	4506055	16:05	44933		24-06-2016	44418.5	514.5	44936.2
1011	550818.5	4506069	16:08	45209		24-06-2016	44419.4	789.6	45211.3
1012	550948.4	4506022	16:10	45729		24-06-2016	44419.5	1309.5	45731.2
1013	551053.5	4506086	16:16	45443		24-06-2016	44421.4	1021.6	45443.3
1014	551148.7	4506173	16:27	45294		24-06-2016	44424	870	45291.7

Anexo V: Localização da Campanha Magnética (WGS84 29N) e respetivos valores em nanoTesla.

Estação	X	Y	Hora	Medida	Observações	Data	Observatório Coimbra	Diferença a Coimbra	Intensidade Corrigida
1015	551201.8	4506235	16:43	44796		24-06-2016	44427.3	368.7	44790.4
1016	551207.7	4506387	16:47	44802		24-06-2016	44427.6	374.4	44796.1
1017	551394.9	4506397	16:50	45035		24-06-2016	44429.3	605.7	45027.4
1018	551488.5	4506309	16:52	45098		24-06-2016	44430.1	667.9	45089.6
1019	551583	4506274	16:55	45508		24-06-2016	44431.2	1076.8	45498.5
1020	551721.2	4506244	17:01	44827		24-06-2016	44431.6	395.4	44817.1
1021	551678.2	4506358	17:06	44744		24-06-2016	44431.9	312.1	44733.8
1022	551572.8	4506533	17:10	44871		24-06-2016	44430.9	440.1	44861.8
1023	551754.9	4506468	17:18	44887		24-06-2016	44432	455	44876.7
1024	551901.9	4506589	17:21	44759		24-06-2016	44434.6	324.4	44746.1
1025	552649.7	4506164	18:11	44647		24-06-2016	44435.4	211.6	44633.3
1026	552454.6	4506269	18:12	44625		24-06-2016	44436	189	44610.7
1027	552237	4506188	18:15	44627		24-06-2016	44436.6	190.4	44612.1
1028	552074.7	4506037	18:18	44693		24-06-2016	44437	256	44677.7
1029	552179.8	4505912	18:24	44669		24-06-2016	44436.2	232.8	44654.5
1030	552221	4505650	18:28	44662		24-06-2016	44435.7	226.3	44648.0
1031	551691.6	4506057	18:34	44900		24-06-2016	44436.5	463.5	44885.2
1032	551634.5	4505966	18:35	45081		24-06-2016	44437.3	643.7	45065.4
1033	551518.6	4506024	18:37	44923		24-06-2016	44437.9	485.1	44906.8
1034	551389.4	4505975	18:39	44955		24-06-2016	44437.3	517.7	44939.4
1035	551249.5	4505839	18:41	45136		24-06-2016	44438.1	697.9	45119.6
1036	551138.5	4505809	18:42	45155		24-06-2016	44438.9	716.1	45137.8
1037	550971.2	4505767	18:44	45277		24-06-2016	44438.4	838.6	45260.3
1038	550857	4505594	18:45	45013		24-06-2016	44438.4	574.6	44996.3
1039	550680.1	4505517	18:48	44902		24-06-2016	44439	463	44884.7
1040	550980.7	4505614	18:57	45087		24-06-2016	44439.3	647.7	45069.4

Anexo VI: Campanha EM34, coordenadas em WGS84 29N, valores medidos em miliSiemens por metro.

X	Y	Configuração Horizontal (DV)	Configuração Vertical (DH)	Notas
548402	4509780	8	7	Caminho 1 - 25/Out/2016
548431	4509825	6	-	
548464	4509846	6	6	
548490	4509865	6	7	
548521	4509874	7	6	
548553	4509886	6	7	
548588	4509885	7	7	
548635	4509896	6	6	
548670	4509903	7	6	
548705	4509917	6	6	
548743	4509932	6	6	
548772	4509941	8	6	
548813	4509945	8	6	
548851	4509941	7	6	
548883	4509943	6	6	
548919	4509941	6	7	
548970	4509930	6	7	
548999	4509935	6	8	
549036	4509928	7	6	
549071	4509922	6	7	
549110	4509916	7	8	
549147	4509917	6	4	

Anexo VI: Campanha EM34, coordenadas em WGS84 29N, valores medidos em miliSiemens por metro.

549179	4509926	6	7	
549219	4509930	6	6	
549259	4509937	7	6	
549298	4509929	8	7	
549332	4509908	8	7	
549355	4509881	8	8	
549388	4509855	8	8	
549420	4509831	8	7	
549444	4509814	8	7	
549478	4509795	8	6	
549513	4509775	7	6	
549542	4509754	8	6	
549571	4509740	8	6	
549621	4509738	7	6	
549655	4509715	8	6	
549686	4509696	8	7	
549719	4509674	7	7	
549757	4509662	7	6	
549802	4509636	7	6	
549838	4509618	7	7	
549864	4509607	7	7	
549899	4509598	7	8	
549937	4509582	7	7	
549976	4509574	8	7	
550001	4509555	8	8	
550031	4509521	8	8	
550054	4509486	8	8	
550075	4509453	8	8	

Anexo VI: Campanha EM34, coordenadas em WGS84 29N, valores medidos em miliSiemens por metro.

550089	4509430	6	8	
550115	4509404	8	8	
550142	4509372	8	7	
550168	4509347	8	6	
550196	4509322	8	6	
550222	4509289	8	7	
550249	4509266	8	7	
550266	4509242	7	7	
550296	4509214	7	8	
550318	4509182	7	7	
550343	4509152	7	7	
550358	4509124	7	7	
549942	4507524	7		
549971	4507551	8		unstable
550003	4507585	8		
550030	4507617	8		
550045	4507640	8		unstable
550064	4507670	9		unstable
550073	4507705	8		unstable
550087	4507742	8		unstable
550104	4507774	7		unstable
550132	4507801	8		unstable
550166	4507825	8		unstable
550196	4507852	7		unstable
550224	4507882	8		unstable
550251	4507911	6		unstable
550286	4507932	7		unstable
550330	4507948	7		unstable

Anexo VI: Campanha EM34, coordenadas em WGS84 29N, valores medidos em miliSiemens por metro.

550370	4507957	7		unstable
550399	4507964	7		
550435	4507975	8		unstable
550471	4507990	6		
550507	4508007	7		unstable
550542	4508023	7		
550597	4508048		6	
550568	4508037	8	7	Caminho 3
549008	4507312	8	8	
548998	4507274	8	8	
548992	4507236	7	8	
548965	4507214	8	8	
548925	4507217	8	7	
548893	4507222	8	7	
548855	4507226	8	7	
548815	4507232	8	7	
548780	4507236	7	6	
548747	4507238	8	7	
548697	4507241	8	7	
548665	4507225	8	7	
548628	4507213	8	7	
548608	4507178	8	7	
548569	4507181	8	7	
548533	4507188	8	7	
548493	4507199	8	7	
548460	4507201	8	7	
548433	4507189	9	9	
548428	4507153	9	7	

Anexo VI: Campanha EM34, coordenadas em WGS84 29N, valores medidos em miliSiemens por metro.

548408	4507107	9	8	
548372	4507079	8	8	
548340	4507063	8	8	
548307	4507038	9	8	
548275	4507019	9	8	
548244	4506989	8	9	
548212	4506965	9	9	
548189	4506939	8	8	
548159	4506911	8	7	
548135	4506894	8	8	
548096	4506879	9	8	
548056	4506856	2	8	
548021	4506830	10	9	
549068	4507324	9	9	Caminho 4
549106	4507309	9	9	
549141	4507302	8	7	
549177	4507292	8	7	
549207	4507269	8	8	
549233	4507243	8	7	
549266	4507219	8	8	
549301	4507197	8	7	Filão quartzo 40/50 cm N-S
549318	4507168	9	8	
549341	4507137	8	8	
549367	4507110	8	8	
549400	4507090	7	8	Filão quartzo 30 cm N-S
549426	4507069	7	8	
549500	4507034	8	7	
549510	4506995	7	8	

Anexo VI: Campanha EM34, coordenadas em WGS84 29N, valores medidos em miliSiemens por metro.

549521	4506961	8	7	
549554	4507295	10	9	Caminho 5
549565	4507265	10	9	
549579	4507224	9	9	
549617	4507208	9	8	Filão quartzo N340
549661	4507219	7	7	
549686	4507242	8	8	
549716	4507252	8	8	Filão quartzo N150
549724	4507217	9	8	
549716	4507176	8	9	
549720	4507135	9	8	
549757	4507111	8	8	
549757	4507076	8	7	
549752	4507035	8	8	
549755	4506994	8	8	
549771	4506967	8	9	
549806	4506945	8	8	
549831	4506913	9	9	
549873	4506901	8	8	
549897	4506877	9	9	
549887	4506852	8	8	
549876	4506809	8	7	
549909	4506800	8	8	
549947	4506807	8	7	
549983	4506790	9	8	
550022	4506773	8	9	
550054	4506788	8	6	
550071	4506807	8	7	

Anexo VI: Campanha EM34, coordenadas em WGS84 29N, valores medidos em miliSiemens por metro.

550075	4506843	8	8	
550086	4506886	8	8	
550118	4506906	8	8	
550157	4506918	8	8	
550197	4506906	8	8	
550240	4506912	8	8	
550268	4506940	8	8	
550278	4506975	8	8	
550301	4507006	8	8	
550335	4507001	9	8	
550373	4506993	9	8	
550407	4506972	9	8	
550431	4506938	10	9	
550459	4506911	9	8	
550491	4506887	8	7	
550509	4506859	9	8	
550540	4506826	9	8	
550574	4506804	9	9	
550594	4506772	11	10	
550606	4506733	10	10	
550616	4506697	11	10	
550634	4506660	10	9	
549377	4507955	7	8	Caminho 6
549415	4507937	8	7	
549449	4507919	8	8	
549483	4507915	8	7	
549522	4507914	8	7	
549562	4507912	8	7	

Anexo VI: Campanha EM34, coordenadas em WGS84 29N, valores medidos em miliSiemens por metro.

549600	4507915	8	8	
549638	4507906	7	8	
549674	4507908	8	7	
549721	4507915	7	7	
549753	4507924	7	7	
549783	4507929	7	7	
549820	4507936	8	8	
549863	4507944	8	7	
549903	4507965	7	7	
549926	4507983	7	6	
549954	4508015	8	7	
549291	4507988	7	7	Caminho 7 - 4/Nov/2016
549255	4507976	6	7	
549222	4507966	8	8	
549185	4507959	8	7	
549142	4507947	7	8	Filão quartzo
549104	4507938	7	8	
549064	4507935	8	8	Filão quartzo N320
549025	4507940	8	7	Filão quartzo N320
548991	4507951	7	7	
548948	4507952	6	8	Filão quartzo N155
548910	4507946	7	8	
548875	4507939	7	8	
548843	4507938	7	9	Litologia: N338,subvertical
548799	4507935	8	7	
548766	4507930	7	8	
548726	4507925	7	8	Filão quartzo N165
548686	4507919	7	7	

Anexo VI: Campanha EM34, coordenadas em WGS84 29N, valores medidos em miliSiemens por metro.

548649	4507910	7	7	
548616	4507897	7	8	
548101	4508314	10	10	Caminho 8
548123	4508336	9	9	
548156	4508359	8	8	
548187	4508385	10	9	
548221	4508400	10	9	
548256	4508397	6	11	
548298	4508399	25	18	
548333	4508400	19	17	
548369	4508393	24	18	
548407	4508384	17	15	
548450	4508395	13	11	
548483	4508419	11	10	
548514	4508446	10	9	
548045	4508687	8	8	Caminho 9
548086	4508676	10	10	
548126	4508686	12	9	
548171	4508664	12	19	
548191	4508642	15	17	
548222	4508624	15	11	
548255	4508644	22	15	Talvez tenha quartzitos ao p̄ç ½
548286	4508676	22	38	
548300	4508707	85	58	
548308	4508747	58	85	
548336	4508781			
548372	4508770	48	38	
548405	4508749	45	45	

Anexo VI: Campanha EM34, coordenadas em WGS84 29N, valores medidos em miliSiemens por metro.

548410	4508706	40	32	
548410	4508673	23	22	
548420	4508638	18	12	
548412	4508594	13	10	
548421	4508566	11	10	Filão de quartzo N225
548464	4508558	9	8	
548487	4508571	8	8	
548506	4508588	8	8	
548530	4508579	8	7	
548455	4508992	9	8	Caminho 10
548437	4508993	11	8	
548411	4508995	14	9	
548367	4508996	7	9	
548328	4508998	14	10	
548296	4508966	16	10	
548273	4508942	14	11	
548235	4508921	14	10	
548201	4508926	19	19	
548170	4508923	20	14	
548132	4508925	18	18	
548102	4508894	12	17	
548084	4508858	11	10	
548069	4508824	10	9	
548049	4508786	9	7	
548024	4508770	9	8	
547996	4508737	8	8	
547955	4508714	8	7	
548464	4508993	10	8	11-11-16

Anexo VI: Campanha EM34, coordenadas em WGS84 29N, valores medidos em miliSiemens por metro.

548485	4508995	9	8	
548524	4508993	9	8	
548560	4508989	8	7	
548591	4509012	8	7	
548613	4509035	8	8	
548657	4509048	8	7	
548693	4509056	8	7	
548732	4509052	8	8	
548767	4509053	9	9	
548807	4509057	8	7	
548852	4509054	8	8	
548882	4509072	7	8	
548899	4509106	9	9	
548912	4509139	8	8	
548927	4509173	8	8	
548941	4509206	9	9	
548978	4509218	7	6	
549017	4509213	8	7	
549053	4509207	9	8	
549098	4509204	8	8	
549137	4509198	9	8	
549166	4509167	10	9	
549174	4509128	10	9	
549177	4509092	9	8	
549184	4509055	8	8	
549207	4509024	8	8	
549240	4508999	8	8	
549272	4508986	8	8	

Anexo VI: Campanha EM34, coordenadas em WGS84 29N, valores medidos em miliSiemens por metro.

549312	4508985	8	8	
549348	4508968	7	7	
549378	4508938	8	8	
549402	4508912	8	8	
549421	4508882	8	8	
549440	4508842	8	8	
549448	4508810	8	8	
549476	4508785	7	7	
549514	4508770	7	7	
549549	4508753	7	7	
549588	4508733	7	7	
549622	4508709	7	7	
549658	4508696	7	7	
549692	4508689	7	7	
549728	4508678	7	7	
549753	4508655	7	8	
549777	4508623	7	7	
549815	4508607	7	7	
549848	4508601	7	7	
549887	4508595	7	7	
549927	4508583	7	6	
549969	4508577	7	6	
550002	4508582	6	6	
550037	4508603	7	7	
550071	4508625	7	7	
550104	4508639	6	7	
550133	4508655	7	7	
550165	4508674	7	6	

Anexo VI: Campanha EM34, coordenadas em WGS84 29N, valores medidos em miliSiemens por metro.

550200	4508697	7	8	
550228	4508720	6	7	
550251	4508746	6	6	
550285	4508748	7	7	
550327	4508740	7	7	
550359	4508731	8	7	
550382	4508713	7	7	